



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

**“EVALUACIÓN DE PROPIEDADES
MECÁNICAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO
ADICIONANDO CON SULFATO DE CALCIO,
EN EL MUNICIPIO DE MEDELLÍN DE
BRAVO, VERACRUZ.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

MARTÍNEZ HERNÁNDEZ ANGELES DEL CARMEN

REYES VÁZQUEZ MARIELA

DIRECTOR: MVT OSCAR MORENO VÁZQUEZ

CO-DIRECTOR: ING. JOAQUIN SANGABRIEL

LOMELÍ

MAYO, 2021



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 19 de Mayo de 2021.

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL.

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

ÁNGELES DEL CARMEN MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL con No. de Control 162T0521 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción **Titulación Integral (Tesis Profesional)**

Por tal motivo se **Autoriza** la impresión del **Tema** titulado:

**"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE TABIQUE ROJO
RECOCIDO ADICIONANDO CON SULFATO DE CALCIO, EN EL MUNICIPIO
DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ"**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO FLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

FECHA: 19 de Mayo de 2021

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN
DE TESIS PROFESIONAL

A QUIEN CORRESPONDA:

Por medio de la presente hago constar que el (la) C:

MARIELA REYES VÁZQUEZ

pasante de la carrera de INGENIERÍA CIVIL con No. de Control 162T0538 ha cumplido satisfactoriamente con lo estipulado por el **Manual de Procedimientos para la Obtención del Título Profesional de Licenciatura** bajo la opción Titulación Integral (Tesis Profesional)

Por tal motivo se Autoriza la impresión del **Tema** titulado:

**"EVALUACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE TABIQUE ROJO
RECOCIDO ADICIONANDO CON SULFATO DE CALCIO, EN EL MUNICIPIO
DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ"**

Dándose un plazo no mayor de un mes de la expedición de la presente a la solicitud del Acto de Recepción para la obtención del Título Profesional.

ATENTAMENTE

ING. GERBACIO TLAXALO ESPINOZA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



Archivo.

VER. 01/03/09

F-SA-39

AGRADECIMIENTO ANGELES DEL CARMEN MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

A Dios

Agradezco por hacer tu voluntad, por permitirme terminar este logro, que sin ti y sin tu bondad, no lo hubiera logrado. Gracias por darme la oportunidad de cumplir esta meta y convertirme en un profesionalista.

A mi madre

Agradezco a Dios y a la vida, por permitirme ser tu hija, gracias por estar siempre conmigo en cada etapa de mi vida, gracias por tu ayuda, cuando caigo, por ayudarme aprender de mis errores y nunca soltarme de la mano, este trabajo de tesis es una gran bendición que, gracias a ti, hoy esta meta está cumplida. Te amo con todo mi ser.

A mi hijo

A mi amado hijo Jesús, por ser mi fuente de motivación, me impulsas a lograr todas mis metas, eres mi orgullo, llegaste cuando menos lo esperaba y agradezco a Dios por ser tu madre, te amo profundamente y esta meta cumplida es para ti.

A mis hermanos

Nancy, Franco y Diana, les agradezco por acompañarme a lo largo de este camino, por su apoyo cuando lo necesite, gracias por todo su amor y comprensión, que honor poder compartir esta meta con ustedes, los amo.

A Jesús Alejandro Rendón Parra

Gracias por todo tu apoyo, palabras, cariño, y por recorrer todo este camino conmigo. Te quiero.

A la facultad de Ingeniería Civil

A todos los docentes de Ingeniería Civil por haber compartido todos sus conocimientos, y en especial al M.V.T. Óscar Moreno Vázquez por todo su apoyo y dedicación para lograr terminar con éxito este trabajo de tesis, y poder obtener mi título profesional.

AGRADECIMIENTOS MARIELA REYES VÁZQUEZ

A Dios

Agradezco a Dios quien ha estado conmigo en cada momento, quien ha sido mi más grande maestro en mi vida y quien me ha permitido cada logro con mucho éxito, brindándome la sabiduría necesaria para poder realizar todos mis sueños y por todas las bendiciones que ha puesto en mi camino.

A mis padres

Agradezco a mis padres quienes han sido mi más grande motor y quienes con su amor y esfuerzo han sabido darme el mejor ejemplo y apoyo para alcanzar cada una de mis metas. Gracias por estar conmigo en cada momento y porque sin ustedes no hubiera sido posible este sueño. Agradezco a Dios por sus vidas y por haberme dado a unos padres tan increíbles como ustedes. Les amo con todo mi corazón y los llevo siempre conmigo.

A mis abuelos

Les agradezco por ser parte de este camino y sentirse felices por mi logro. Gracias abuelito Apolinar Reyes, aunque ya no estas con nosotros para celebrarlo, pero agradezco tus sabios consejos que se quedan conmigo para siempre.

A mis padrinos

Agradezco a Dios por haberlos puesto en mi vida desde muy pequeña, porque han sido los mejores padrinos que Dios me pudo dar, les agradezco padrino Rafael Chacón y madrina Pilar Balderas su apoyo y confianza que me han brindado y por impulsarme a cumplir mis sueños. Dios los bendiga siempre.

A mi escuela

Agradezco al ITSM en donde aprendí innumerables conocimientos y por tantas experiencias vividas en sus aulas y pasillos que están llenos de excelencia. Así como también agradezco a mis profesores que dedicaron de su tiempo para mi aprendizaje y quienes me otorgaron de sus conocimientos para que yo fortaleciera los míos.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| ANTECEDENTES..... | 2 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| OBJETIVOS | 6 |
| OBJETIVO PRINCIPAL..... | 6 |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS | 6 |
| HIPÓTESIS..... | 7 |
| VARIABLES DE INVESTIGACIÓN..... | 8 |
| VARIABLE INDEPENDIENTE | 8 |
| VARIABLES DEPENDIENTES | 8 |
| ALCANCE Y LIMITACIONES | 9 |
| ALCANCES | 9 |
| LIMITACIONES..... | 9 |
| CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO..... | 10 |
| 1.1 MAMPOSTERIA..... | 11 |
| 1.1.1 TIPOS DE MAMPOSTERIA | 11 |
| 1.1.2 TABIQUERA | 15 |
| 1.1.3 TABIQUE | 16 |
| 1.2 SUELOS..... | 17 |
| 1.2.2 TIPOS DE SUELOS..... | 17 |
| 1.2.3 GRAVAS..... | 17 |
| 1.2.4 ARENAS..... | 18 |
| 1.2.5 LIMOS | 19 |
| 1.2.6 ARCILLAS..... | 20 |
| 1.3 SULFATO DE CALCIO | 24 |
| 1.3.1 USO DEL SULFATO DE CALCIO. | 24 |
| 1.3.2 PROCESO DEL SULFATO DE CALCIO | 25 |
| 1.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SULFATO DE CALCIO | 25 |
| 1.3.4 APLICACIONES DEL SULFATO DE CALCIO | 25 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 1.3.5 | VENTA DE SULFATO DE CALCIO | 26 |
| 1.3.6 | PROPIEDADES FISICAS | 27 |
| CAPITULO 2.- PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO EN EL MUNICIPIO DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ. | | 28 |
| 2.1 | LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO | 29 |
| 2.1.1 | MACRO LOCALIZACIÓN..... | 29 |
| 2.1.2 | MICRO LOCALIZACIÓN | 30 |
| 2.2 | PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PIEZA | 31 |
| 2.3 | EXTRACCIÓN DEL MATERIAL..... | 31 |
| 2.4 | PREPARACIÓN DE LA MEZCLA | 32 |
| 2.5 | PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA MEZCLA | 32 |
| 2.6 | MOLDEADO | 33 |
| 2.7 | PATIO DE SECADO..... | 34 |
| 2.8 | PROCESO DE COCCIÓN | 34 |
| 2.9 | ALMACENAJE..... | 36 |
| CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA DE LA PIEZA DE TABIQUE | | 37 |
| 3.1 | METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA ARCILLAS..... | 38 |
| 3.1.1 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARCILLAS – MÉTODO POR LAVADO (NMX-C-084-ONNCCE-2018) 38 | |
| 3.1.2 | DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA (NMX-C-493-ONNCCE-2018)..... | 41 |
| 3.2 | METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA ARENAS..... | 45 |
| 3.2.1 | PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO “PVSS” (NMX-C-073-ONNCCE-2004) | 45 |
| 3.2.2 | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS PARA ARENAS (NMX-C-077-ONNCCE)..... | 48 |
| 3.2.3 | DENSIDAD Y ABSORCIÓN (NMX-C-165-ONNCCE-2014)..... | 52 |
| 3.3 | METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA PIEZA DEL TABIQUE. | 56 |
| 3.3.1 | DIMENSIONES (NMX-C-038-ONNCCE-2004)..... | 56 |
| 3.3.2 | DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN (NMX-C-037-ONNCCE-2013) | 58 |
| 3.3.3 | DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NMX-C-036-ONNCCE-2013) | 60 |
| CAPITULO 4. PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO AÑADIENDO SULFATO DE CALCIO EN LA TABIQERA DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ. | | 65 |
| 4.1 | LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO | 66 |
| 4.2 | OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA..... | 66 |
| 4.2.1 | ARCILLA..... | 66 |
| 4.2.2 | ARENA..... | 67 |

| | | |
|---|---|------------|
| 4.2.3 | SULFATO DE CALCIO | 67 |
| 4.3 | DISEÑO DE EXPERIMENTOS | 68 |
| 4.4 | PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PIEZA | 69 |
| CAPITULO 5. RESULTADOS | | 73 |
| 5.1 | RESULTADOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARCILLA | 74 |
| 5.2 | RESULTADOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA | 76 |
| 5.3 | RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO | 77 |
| 5.3.1 | ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS | 77 |
| 5.3.2 | DIMENSIONAMIENTO DE LAS PIEZAS | 78 |
| 5.3.3 | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | 79 |
| CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 81 |
| 6.1 | CONCLUSIONES | 82 |
| 6.2 | RECOMENDACIONES | 83 |
| ANEXOS | | 84 |
| | RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA LA ARCILLA | 84 |
| | RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LA ARENA | 91 |
| | RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LA PIEZAS DE TABIQUE | 98 |
| GLOSARIO | | 119 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 120 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1.1 SISMO 1985 – CIUDAD DE MÉXICO..... | 4 |
| FIGURA 1.2 PIEZA ELABORADA EN LA TABIQUERA ORTEGA..... | 10 |
| FIGURA 1.3 PIEZA ELABORADO EN LA TABIQUERA ORTEGA. | 10 |
| FIGURA 1.4 MAMPOSTERÍA | 11 |
| FIGURA 1.5 MAMPOSTERÍA CONFINADA. | 12 |
| FIGURA 1.6 MAMPOSTERÍA SIN REFUERZO..... | 12 |
| FIGURA 1.7 MAMPOSTERÍA CONCERTADA. | 13 |
| FIGURA 1.8 MAMPOSTERÍA EN SECO..... | 13 |
| FIGURA 1.9 MAMPOSTERÍA ORDINARIA..... | 14 |
| FIGURA 1.10 MAMPOSTERÍA CON REFUERZO INTERIOR..... | 14 |
| FIGURA 1.11 MAMPOSTERÍA COMBINADA Y CONFINADA..... | 15 |
| FIGURA 1.12 TABIQUERA ORTEGA, SAN RAFAEL..... | 15 |
| FIGURA 1.13 NOMBRES DE CARAS Y ARISTAS DEL TABIQUE. | 16 |
| FIGURA 1.14 GRAVAS | 18 |
| FIGURA 1.15 ARENAS..... | 19 |
| FIGURA 1.15 LIMOS. | 19 |
| FIGURA 1.16 ARCILLAS | 20 |
| FIGURA 1.17 RETÍCULA LAMINAR. | 21 |
| FIGURA 1.18 TETRAEDRO..... | 21 |
| FIGURA 1.19 LAMINA SILÍCICA | 21 |
| FIGURA 1.20 RETÍCULA LAMINAR ALUMÍNICO..... | 22 |
| FIGURA 1.21 OCTAEDROS. | 22 |
| FIGURA 1.22 LÁMINA ALUMÍNICA. | 22 |
| FIGURA 1.23 ARCILLA CAOLINÍTICA..... | 22 |
| FIGURA 1.24 ARCILLA MONTMORILONÍTICA..... | 23 |
| FIGURA 1.25 ARCILLA ILÍTICA..... | 23 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 1.26 MINERAL DE SULFATO DE CALCIO. | 24 |
| FIGURA 1.27 PROCESO DEL SULFATO DE CALCIO. | 25 |
| FIGURA 1.28 SULFATO DE CALCIO CALCINADO. | 26 |
| FIGURA 1.29 SACO DE SULFATO DE CALCIO. | 26 |
| FIGURA 2.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE TABIQUE..... | 28 |
| FIGURA 2.2 MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ. | 29 |
| FIGURA 2.3 TABIQUERA ZAMORA, FINCA DE RANCHO DEL PADRE. | 30 |
| FIGURA 2.4 SITIO DONDE SE EXTRA LA ARCILLA..... | 31 |
| FIGURA 2.5 LOS ROBLES, VERACRUZ SITIO DE DONDE SE EXTRA LA ARENA. | 32 |
| FIGURA 2.6 MEZCLA DE LOS MATERIALES. | 33 |
| FIGURA 2.7 MOLDE PARA TABIQUES. | 33 |
| FIGURA 2.8 PATIO DE SECADO. | 34 |
| FIGURA 2.9 TABIQUES LISTOS PARA SER METIDO AL HORNO. | 35 |
| FIGURA 2.10 HORNO PREPARADO PARA COCCIÓN DE TABIQUES..... | 35 |
| FIGURA 2.11 SITIO PARA ALMACENAR TABIQUES PARA SU COMERCIALIZACIÓN. | 36 |
| FIGURA 3.1 EQUIPO PARA EL PROCESO DE LAS PRUEBAS. | 37 |
| FIGURA 3.2 MATERIAL SUMERGIDO EN AGUA POR 24 HORAS \pm 2. | 39 |
| FIGURA 3.3 LAVADO DE MATERIAL. | 40 |
| FIGURA 3.4 MATERIAL COLOCADO EN LOS TAMICES | 40 |
| FIGURA 3.5 MATERIAL COLOCADO EN UN RECIPIENTE PARA SER PESADO. | 40 |
| FIGURA 3.6 MATERIAL PREVIAMENTE PESADO..... | 40 |
| FIGURA 3.7 EQUIPO PARA LA PRUEBA DE LÍMITE LÍQUIDO..... | 42 |
| FIGURA 3.8 MUESTRA PESADA. | 43 |
| FIGURA 3.9 MATERIAL COLOCADO EN COPA DE CASAGRANDE..... | 43 |
| FIGURA 3.10 SE REALIZA LA RANURA DEL SUELO..... | 43 |
| FIGURA 3.11 MEDICIÓN DE LA RANURA CON VERNIER. | 43 |
| FIGURA 3.12 PESO DE MUESTRA HÚMEDA | 43 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 3.13 MUESTRAS EN ESTADO SECO. | 43 |
| FIGURA 3.14 PROCESO DE AMASADO DE LA MUESTRA. | 44 |
| FIGURA 3.15 CILINDRO DE 3MM DE DIÁMETRO..... | 44 |
| FIGURA 3.16 PESO DE MUESTRAS EN ESTADO SECO | 44 |
| FIGURA 3.17 MUESTRAS EN ESTADO SECO. | 44 |
| FIGURA 3.18 MUESTRA SUMERGIDA EN AGUA..... | 46 |
| FIGURA 3.19 MUESTRA COLOCADA EN CHAROLA | 46 |
| FIGURA 3.20 MOLDE PROCTOR..... | 47 |
| FIGURA 3.21 PROCESO DE CUARTEO DE MATERIAL | 47 |
| FIGURA 3.22 CUARTEO DE MATERIAL | 47 |
| FIGURA 3.23 MATERIAL COLOCADO EN EL MOLDE PROCTOR. | 47 |
| FIGURA 3.24 EQUIPO PARA LA ELABORACIÓN DE LA PRUEBA. | 51 |
| FIGURA 3.25 VACIADO DE MATERIAL EN CHAROLA. | 51 |
| FIGURA 3.26 MATERIAL COLOCADO EN CHAROLA. | 51 |
| FIGURA 3.27 PESO DEL MATERIAL..... | 51 |
| FIGURA 3.28 MATERIAL COLOCADO EN LA CHAROLA. | 54 |
| FIGURA 3.29 HOMOGENIZACIÓN DEL MATERIAL CON LA ESPÁTULA. | 54 |
| FIGURA 3.30 MATERIAL SUPERFICIALMENTE SECO. | 54 |
| FIGURA 3.31 MATERIAL EN FORMA DE CONO..... | 55 |
| FIGURA 3.32 COLOCACIÓN DEL MATERIAL EN EL MATRAZ..... | 55 |
| FIGURA 3.33 MATERIAL SIN BURBUJAS DE AIRE. | 55 |
| FIGURA 3.34 PESO DEL MATRAZ CON MATERIALES INCLUIDOS. | 55 |
| FIGURA 3.35 TOMA DE DIMENSIONES DE TABIQUES. | 57 |
| FIGURA 3.36 TOMA DE DIMENSIONES DE TABIQUE DE MEDELLÍN DE BRAVO..... | 57 |
| FIGURA 3.37 TOMA DE PESOS DE TABIQUE. | 57 |
| FIGURA 3.38 EVIDENCIA DE TOMA DE PESOS DE TABIQUES..... | 57 |
| FIGURA 3.39 TABIQUE CON SULFATO DE CALCIO SUMERGIDOS 24 HORAS ± 2. | 59 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 3.40 TABIQUES DE MEDELLÍN SUMERGIDOS DURANTE 24 HORAS \pm 2. | 59 |
| FIGURA 3.41 PESO DE TABIQUES EN ESTADO HÚMEDO..... | 59 |
| FIGURA 3.42 AZUFRE | 62 |
| FIGURA 3.43 PROCESO DE COCCIÓN DE AZUFRE..... | 62 |
| FIGURA 3.44 PREPARACIÓN DE PLACA..... | 62 |
| FIGURA 3.45 COLOCACIÓN DE TABIQUE SOBRE LA PLACA | 62 |
| FIGURA 3.46 COLOCACIÓN DE TABIQUE CON SULFATO DE CALCIO EN PLACA..... | 63 |
| FIGURA 3.47 TABIQUE DE SULFATO CON CALCIO DEL 2% CABECEADO. | 63 |
| FIGURA 3.48 TABIQUE DE SULFATO CON CALCIO DEL 4 % CABECEADO..... | 63 |
| FIGURA 3.49 TABIQUE CONVENCIONAL DE MEDELLÍN CABECEADO..... | 63 |
| FIGURA 3.50 MÁQUINA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... | 64 |
| FIGURA 3.51 TABIQUE EN PROCESO PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... | 64 |
| FIGURA 3.52 RESULTADO DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..... | 64 |
| FIGURA 3.53 RESULTADO DE LA PIEZA MEDIANTE LA PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN..... | 64 |
| FIGURA 4.1 TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO. | 65 |
| FIGURA 4.2 LOCALIZACIÓN DE LA TABIQUERA ZAMORA, MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ..... | 66 |
| FIGURA 4.3 UBICACIÓN DEL LUGAR DE DONDE SE OBTIENE LA ARCILLA..... | 66 |
| FIGURA 4.4 UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE OBTIENE LA ARENA..... | 67 |
| FIGURA 4.5 UBICACIÓN DE LA CASA DE MATERIALES, MISANTLA, VER..... | 67 |
| FIGURA 4.6 CASA DE MATERIALES LA PROVIDENCIA, AV. ÁVILA CAMACHO, TERESA PEÑAFIEL, MISANTLA, VERACRUZ. | 68 |
| FIGURA 4.7 MEZCLA DE TABIQUE EN ESTADO FRESCO..... | 69 |
| FIGURA 4.8 MEZCLA COLOCADO EN LA CARRETILLA. | 69 |
| FIGURA 4.9 DOSIFICACIÓN DEL SULFATO DE CALCIO. | 70 |
| FIGURA 4.10 ADICIÓN DE SULFATO DE CALCIO A LA MASA..... | 70 |
| FIGURA 4.11 HOMOGENIZACIÓN DE LOS MATERIALES INCLUYENDO SULFATO DE CALCIO..... | 70 |
| FIGURA 4.12 COLOCACIÓN DE LA MASA CON SULFATO DE CALCIO..... | 71 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 4.13 TABIQUES CON 1%, 2%, 3% Y 4%, DE SULFATO DE CALCIO. | 71 |
| FIGURA 4.14 HORNO PARA COCCIÓN DE TABIQUES CON SULFATO DE CALCIO. | 72 |
| FIGURA 4.15 RESULTADO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO..... | 72 |
| FIGURA 5.1 CÁLCULO PARA OBTENER RESULTADOS | 73 |
| FIGURA 6.1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROTOTIPO TERMINADO. | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SULFATO DE CALCIO. | 27 |
| TABLA 3.1 TABLA PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS..... | 49 |
| TABLA 3.2 LIMITES DE GRANULOMETRÍA PARA AGREGADO FINO | 50 |
| TABLA 4.1 DATOS DE DOSIFICACIÓN PARA INCORPORAR SULFATO DE CALCIO A LA MEZCLA DE TABIQUE | 68 |
| TABLA 5.1 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARCILLA..... | 74 |
| TABLA 5.2 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA | 76 |
| TABLA 5.3 COEFICIENTE DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ORTEGA | 76 |
| TABLA 5.4 COEFICIENTE DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ZAMORA | 76 |
| TABLA 5.5 RESULTADOS DE LOS DIMENSIONAMIENTOS DE LAS PIEZAS DE TABIQUE | 78 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| GRÁFICA 5.1 DE LA CARTA DE PLASTICIDAD DE LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ORTEGA..... | 75 |
| GRÁFICA 5.2 DE LA CARTA DE PLASTICIDAD DE LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ZAMORA | 75 |
| GRÁFICA 5.3 RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE..... | 77 |
| GRÁFICA 5.4 RESULTADOS DE LA COMPRESIÓN AXIAL DE LAS PIEZAS DE TABIQUE | 79 |

INTRODUCCIÓN

La pieza de adobe fue el antecesor del tabique y fue una pieza muy utilizada desde tiempos prehispánicos donde las antiguas civilizaciones ocupaban las piezas para la edificación de pirámides y algunos monumentos prehispánicos, a la llegada de los españoles se introdujo el tabique rojo recocido el cual fue ganando mayor auge en las viviendas de la nueva España, en la actualidad el tabique es utilizado con mayor frecuencia en las viviendas mexicanas, un estudio elaborado por R Meli y E. Bazán menciona que en el año de 1995 en un censo hecho a la vivienda, se tenía un 70% de viviendas ejecutadas con mampostería, resaltando la importancia que tienen las piezas en el ámbito constructivo y estructural. (Martha Schteingart)

La pieza de tabique rojo recocido presenta problemas desde el proceso inicial de elaboración de la pieza hasta su comercialización. En nuestro país, no existe una norma de control de calidad que determine el proceso de fabricación para tabiques, además los tabiques que se elaboran no cumplen con la normativa ONNCCE, por esta razón se plantea este trabajo de investigación.

La utilidad de esta tesis radica en que dará a futuros lectores interesados, una perspectiva clara y ordenada sobre el diseño de un tabique rojo recocido añadiendo sulfato de calcio, lo cual es importante es nuestro desempeño como ingeniero civil ya que es un material de construcción.

El sulfato de calcio contiene propiedades como adherirse a materiales de construcción, regulador de la humedad y resistente al fuego, es por ello que se propuso adicionarlo para el prototipo de mezcla de tabique rojo recocido. (Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

Este documento presenta el origen de los tabiques, el proceso de construcción de manera artesanal en la tabiquera, y por último el diseño de fabricación con sulfato de calcio que estará regido por la Norma NMX-C-404-ONNCCE-2012 para obtener sus propiedades físicas y mecánicas mediante pruebas que esta norma determina.

ANTECEDENTES

El tabique se constituyó como un material principal en la construcción de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde no existía más que madera y piedras. Los habitantes de Palestina fabricaban ladrillos desde hace unos 9,000 años. Con estas construcciones levantaron palacios y ciudades con ladrillos secos al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes. Romanos y Asiáticos construyeron baños, murallas con tabiques.

En la edad media en lugares como: El imperio bizantino, el norte de Italia, los Países Bajos y en Alemania, los constructores valoraban el ladrillo por sus propiedades. Realizaron construcciones con tabiques. El tabique ya era conocido por los indígenas americanos, en regiones secas se construían casas de tabiques. Las pirámides de los olmecas, mayas y otros fueron construidas por tabiques. El tabique en México en la actualidad es un material utilizado en la construcción debido a sus características peculiares las cuales se convierten en ventajas como lo son: durabilidad, alta resistencia física y química, no requiere mantenimiento especial. (Flores, 2004)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de fabricación del tabique en la tabiquera Ortega, de la ciudad de San Rafael, Veracruz., no tiene un alto costo, y es por ello que en el mercado se mantiene en costo accesible, ya que su proceso de fabricación es de manera artesanal obteniendo piezas diferentes en cada tabiquera, debido a que no se cuenta con un proceso normado.

En base a la información que nos proporcionó la tabiquera Ortega de la Región de San Rafael, Veracruz., en su proceso de elaboración contiene deficiencias, las cuales no están respaldadas con la Norma NMX-C-404-ONNCCE-2012 como lo son:

- Humedad de tabique no óptima.
- Dimensiones del molde.
- Condiciones de supervisión carente.

Referente a las fallas en construcciones por tabique son:

- Porosidad de la pieza, Cuando se edifican muros se puede observar una pieza muy porosa, provocando que al colocarle mortero esta absorba parte del agua contenida en la mezcla, provocando problemas de adherencia entre pieza y mortero.
- Exceso de rigidez en la pieza debido a su mala cocción y una mala supervisión esto puede provocar que la pieza se vuelva vitrificada y al utilizarse en obra tenga consecuencias por su exceso de rigidez provocando fisuración temprana en la pieza.
- Piezas con cuerpos extraños (Basura orgánica), en su elaboración muchas veces no se observa lo que cae en la mezcla de arcilla para la elaboración de piezas, debido a que en los patios de mezclado no se cuenta con una supervisión correcta y muchas de las piezas contienen partículas o cuerpos orgánicos, que al ser cocidos dejan un espacio en la pieza, volviéndola frágil o induciéndole la falla a la pieza.

JUSTIFICACIÓN

El sulfato de calcio es un material que se encuentra en la naturaleza en forma de piedra, con nomenclatura química ($\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), contiene las siguientes propiedades:

- Excelente adherencia a otros materiales de construcción.
- Buen aislante térmico y acústico.
- Regulador de humedad.
- Resistente al fuego. (Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

Además, se tienen investigaciones antecedentes en la zona, donde los resultados de las piezas en diferentes tabiquerías de san Rafael, obtuvieron resistencias muy por debajo de lo que marca la normativa ONNCCE, en dicha investigación indica que las tabiquerías tienen un déficit de supervisión y un nulo control de calidad, en los materiales utilizados para la elaboración de la mezcla. (Mendoza & Hernández, 2020)

Sin embargo, las piezas de tabique son comercializadas en diferentes municipios del estado, esto es preocupante debido a que en los últimos años la actividad sísmica ha incrementado (Andrea) haciendo énfasis en los sismos de 1985, 2017 y 2020 que fueron los eventos sísmicos que marcaron fuertemente al país. Afectando gravemente los muros de las viviendas mexicanas, como se muestra en la imagen.



Figura 1.1 Sismo 1985 – Ciudad de México.
(Fritz, 1985)

Agregar el sulfato de calcio para la elaboración de la Mezcla de Tabique Rojo Recocido se esperan los siguientes beneficios como: adquirir una mejora en el espécimen en base a la norma de control de calidad NMX-C-404-ONNCCE-2012 mediante estas pruebas:

- Resistencia a la compresión.
- Determinación de absorción.
- Determinación de contracción por secado.

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

Diseñar una Mezcla incorporando Sulfato de Calcio al Tabique Rojo Recocido de la zona de Medellín de Bravo en base a los parámetros de la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012 realizando las pruebas correspondientes, además de ejecutar una comparativa de resultados con el tabique control.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar el proceso de fabricación del Tabique Rojo Recocido en la Tabiquera Zamora en el Municipio de Medellín de Bravo
- Caracterizar los materiales que integran al tabique rojo recocido (Arena y Arcilla)
- Diseñar alternativas de dosificación de Sulfato de Calcio para la mezcla de Tabique Rojo Recocido en base a la Norma NMX-C-404-ONNCCE-2012.
- Ejecutar las pruebas de dimensionamiento con respecto a la norma NMX-C-038-ONNCCE-2013
- Ejecutar pruebas de absorción de la pieza con respecto a la norma NMX-C-037-ONNCCE-2005
- Ejecutar pruebas de resistencia a la compresión mediante la normativa NMX-C-036-ONNCCE-2013

HIPÓTESIS

El tabique rojo recocido de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz incorporado con sulfato de calcio obtendrá mejores propiedades físicas y mecánicas en comparativa con el tabique rojo recocido de la región de Medellín de Bravo, Veracruz.

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

VARIABLE INDEPENDIENTE

- La calidad del Sulfato de Calcio depende de la empresa que lo fabrique y distribuye.
- Las propiedades de la arcilla dependen de la zona del lugar donde se extrae.
- La temperatura del patio de secado de la tabiquera dependerá de la estación del año.

VARIABLES DEPENDIENTES

- La resistencia a la compresión obtenidas del tabique son un factor dependiente de la calidad del tabique.

ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCES

En la presente investigación se realizará lo siguiente:

- Pruebas de resistencia a la compresión.
- Pruebas físicas y descripción del suelo.
- Proceso constructivo del tabique rojo recocido añadiendo sulfato de calcio.

LIMITACIONES

- No existe un tabique rojo recocido con sulfato de calcio en la región que permita realizar una comparativa para conocer algún parámetro de resistencia, ni sus características físicas y mecánicas.
- No se cuenta con el presupuesto total que se necesita para realizar un tabique rojo recocido con sulfato de calcio.
- No se dispone con el equipo para realizar pruebas al tabique rojo recocido con sulfato de calcio.

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO



Figura 1.2 Pieza elaborada en la tabiquera Ortega.

(Autor propio)



Figura 1.3 Pieza elaborado en la tabiquera Ortega.

(Autor propio)

1.1 MAMPOSTERIA

Construcción compuesta, integrada por piezas de origen pétreo, naturales o artificiales, que por lo general son lo suficiente pequeñas como para ser manejadas por una y que son unidad entre sí con mortero. (NTC, 2020)

La mampostería se define como un conjunto de piezas unidas entre sí, mediante un material como el mortero de barro o de cemento; las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tabiques, bloques). (Aguilar & Alcocer, 2001)

La mampostería en un sistema de construcción en la que se superponen materiales como ladrillos, bloques de concreto o rocas, estos materiales se van adhiriendo unos con otros por medio de una mezcla de agua, cal o cemento, para obtener una estructura sólida. (IngeOexpert, 2017)

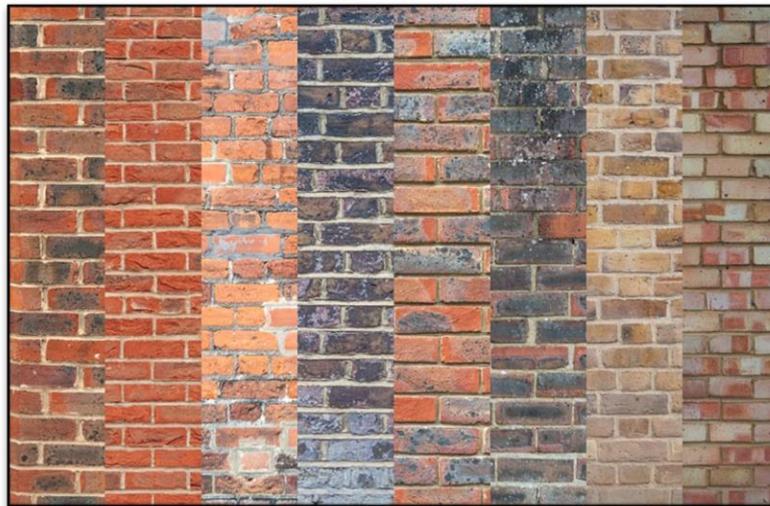


Figura 1.4 Mampostería
(BIM Management, 2018)

1.1.1 TIPOS DE MAMPOSTERIA

1.1.1.1. Mampostería confinada.

Este tipo de mampostería se colocan elementos de concreto reforzado, de sección transversal peque, en el perímetro de los muros. Los elementos de confinamiento horizontales se les conoce como dalas y a los elementos de confinamiento verticales se les denomina castillos. Cuando los elementos confinantes tienen un número,

ubicación y detallado adecuado, la mampostería confinada es un excelente material para ser usado en edificaciones para vivienda de poca altura aún en zonas de alta sismicidad. (Fundación ICA, A.C., 2003)

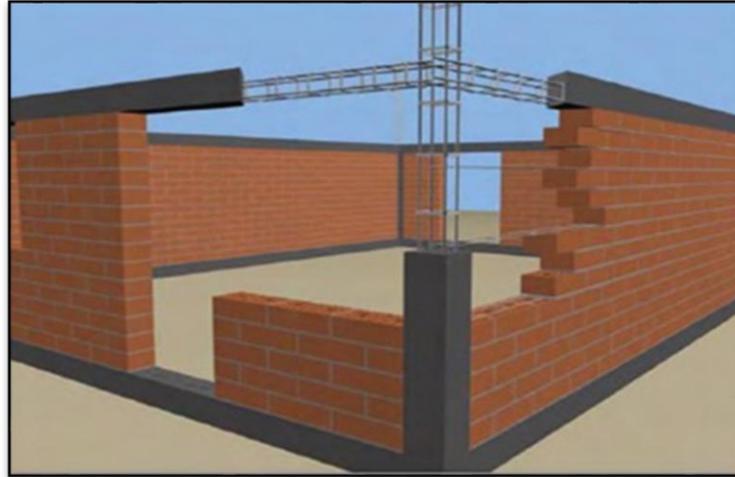


Figura 1.5 Mampostería confinada.
(Valencia B. , 2015)

1.1.1.2. Mampostería sin refuerzo.

La mampostería sin refuerzo se construye con piezas macizas de tipo artesanal, que no cuenta con algún tipo de refuerzo, ya sea interior o perimetral. (Fundación ICA, A.C., 2003)



Figura 1.6 Mampostería sin refuerzo.
(La Librería del ingeniero, 2021)

1.1.1.3. Mampostería concertada

La mampostería concertada es aquella en cuyos paramentos se colocan los mampuestos rudamente labrados sin sujeción a escuadra, para que se ajusten mejor. (Fundación ICA, A.C., 2003)



Figura 1.7 Mampostería concertada.
(Rigoberto, 2016)

1.1.1.4. Mampostería en seco.

Es aquella que se hace colocando los mampuestos sin argamasa. Los materiales utilizados como rocas o ladrillos son de menor y se colocan unos encima del otro, con la intención de garantizar estabilidad, los espacios vacíos son rellenados por materiales pequeños denominados ripios, es decir, piedras pequeñas que entran en los orificios. (Fundación ICA, A.C., 2003)



Figura 1.8 Mampostería en seco.
(Rigoberto, 2016)

1.1.1.5. Mampostería ordinaria.

La mampostería ordinaria es aquella que se hace con mezcla o argamasa. Por medio de ellos es posible fijar elementos en la mampostería como piedra, ladrillos. (Fundación ICA, A.C., 2003)



Figura 1.9 Mampostería ordinaria.
(Sebastian, 2017)

1.1.1.6. Mampostería con refuerzo interior.

La mampostería con refuerzo interior se construye con piezas huecas reforzados interiormente mediante barras de diámetro pequeño o bien con alambres de acero de alta resistencia, verticales y horizontales, colocada en celda y en junta horizontal del mortero. (Fundación ICA, A.C., 2003)

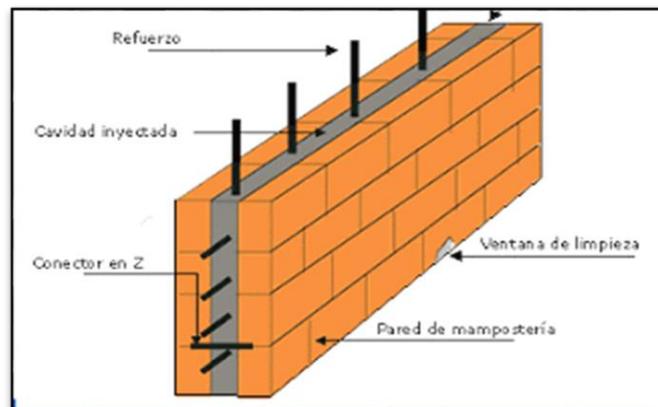


Figura 1.10 Mampostería con refuerzo interior.
(Ramos, 2011)

1.1.1.7. Mampostería combinada y confinada.

La mampostería combinada y confinada empleada actualmente se fabrica principalmente con piezas de tabique recocido y bloques de concreto, los cuales se pegan mediante mortero de cemento, cal y arena con un espesor de junta entre 1 y 2 cm. (Tena Colunga, Juárez Ángeles, & Salina Vallejo, 2007)



Figura 1.11 Mampostería combinada y confinada.
(Tena Colunga, Juárez Ángeles, & Salina Vallejo, 2007)

1.1.2 TABIQUERA

Se le da el nombre de tabiquera al área donde se realiza el proceso de fabricación de tabiques para su venta.



Figura 1.12 Tabiquera Ortega, San Rafael.

(Autor propio)

1.1.3 TABIQUE

Pieza para mampostería de forma prismática rectangular, de dimensiones menores que el bloque, fabricando con arcillas, comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción. Puede ser macizo, hueco o multiperforado. Al tabique macizo de arcilla se le conoce comúnmente como ladrillo. (NTC, 2020)

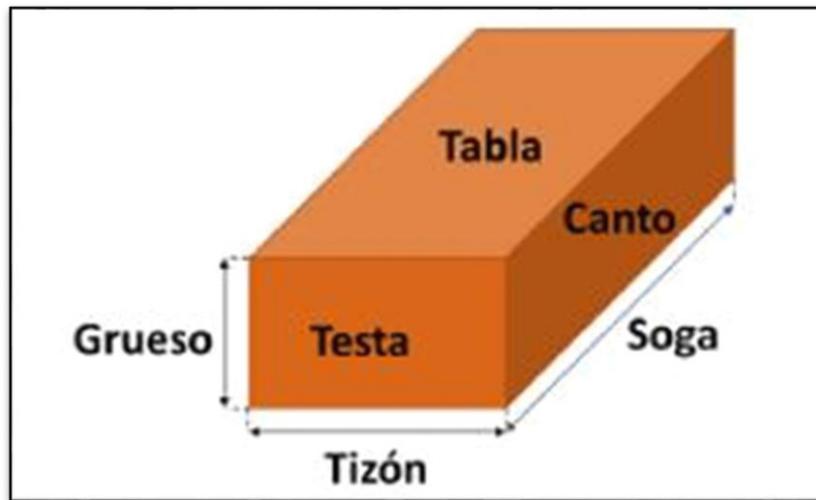


Figura 1.13 Nombres de caras y aristas del tabique.
(Alquinga & Cevallos, 2016)

Soga: Dimensión correspondiente al lado mayor o largo.

Tizón: Dimensión correspondiente al lado intermedio o ancho.

Grueso: Dimensión correspondiente al lado menor o altura.

Tabla: Cara mayor de una pieza de mampostería (soga x tizón).

Canto: Cara mediana de una pieza de mampostería (soga x grueso).

Testa: Cara menor de una pieza de mampostería. (tizón x grueso).

Hueco: Vacío conformado en una pieza que puede o no atravesarla completamente,

Área bruta: Área de la sección de la sin descontar el área de los huecos. (Valencia D. A., 2014)

1.2 SUELOS

Es común la creencia que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujeta a ninguna organización, pero en realidad se trata de un conjunto con organización definida y propiedades que varían “vectorialmente”. En dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal. El suelo tiene perfil, y éste es un hecho del que se hace abundante aplicación. (Juárez Badillo, 2005)

1.2.1 AGENTES GENERADORES DE SUELOS

La corteza terrestre es atacada principalmente por el aire y las aguas, siendo los medios de acción de estas sustancias variados, sin embargo, en último análisis, todos los mecanismos de ataque pueden incluirse en dos grupos, desintegración mecánica y descomposición química.

Desintegración mecánica: Se refiere a la intemperización de las rocas por agentes físicos, tales como cambios periódicos de temperatura, acción de la congelación del agua en las juntas y grietas de las rocas, efectos de organismos, plantas, etc. Por estos fenómenos las rocas llegan a formar Atenas o, cuando mucho, limos y sólo en caso especiales arcillas.

Descomposición química: Se entiende a la acción de agentes que atacan las rocas modificando su constitución mineralógica o química. El principal agente es, el agua y los mecanismos de ataque más importantes son la oxidación, la hidratación y la carbonatación. Los efectos químicos de la vegetación juegan un papel no despreciable. Estos mecanismos generalmente producen arcilla, todos los efectos anteriores suelen acentuarse con los cambios de temperaturas, por lo cual es frecuente encontrar formaciones arcillosas de importancia en zonas húmedas y calidad.

1.2.2 TIPOS DE SUELOS

1.2.3 GRAVAS

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas

sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeados. Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos, también en muchas depresiones rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm. (Crespo Villalaz, 2004)

La forma de las partículas de las gravas y su relativa frecuencia mineralógica dependen de la historia de su formación, encontrándose variaciones desde elementos rodados a los poliédricos.



Figura 1.14 Gravas

(Elidian Industriales y Derivados S.A. de C.V., 2015)

1.2.4 ARENAS

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0.05 mm de diámetro.

El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas: las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito. La arena de río contiene a menos proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son muchos menos compresibles que la arcilla

y se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. (Crespo Villalaz, 2004)



Figura 1.15 Arenas
(Concepto Definición, 2011)

1.2.5 LIMOS

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar. (Crespo Villalaz, 2004)



Figura 1.15 Limos.
(Rocas y Minerales, 2016)

1.2.6 ARCILLAS

Material mineral de partículas muy finas compuesto principalmente por agregados de silicatos de aluminio hidratados, el cual posee propiedades plásticas. (NTC, 2020)

Se le da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con diámetro menos de 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. Hay dos tipos clásicos de tales láminas: uno de ellos del tipo silícico y el otro del tipo alumínico. (Crespo Villalaz, 2004)



Figura 1.16 Arcillas
(Ribero, 2019)

Una lámina del tipo silícico se encuentra formada por un átomo de silicio rodeados de cuatro átomos de oxígeno, arrojándose al conjunto en forma de tetraedro. Estos tetraedros se agrupan entre sí formando una unidad hexagonal, la cual se repite indefinidamente constituyendo una redícula laminar. La unión entre cada dos tetraedros se lleva a cabo mediante un mismo átomo de oxígeno. Algunas entidades consideran como arcillas a las partículas menos a 0.002 mm.

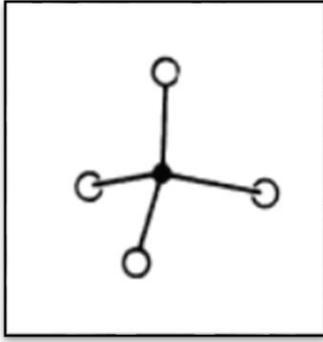


Figura 1.17 Red laminar.
(Crespo Villalaz, 2004)

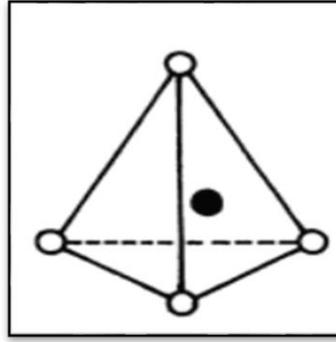


Figura 1.18 Tetraedro.
(Crespo Villalaz, 2004)

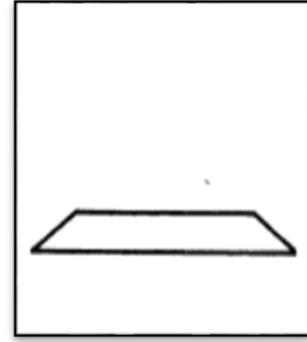


Figura 1.19 Lámina Silícica
(Crespo Villalaz, 2004)

Una lámina del tipo aluminico está formada por un átomo de aluminio rodeado de seis átomos de oxígeno y de oxígeno e hidrógeno arrojándose el conjunto en forma de octaedro, los cuales se agrupan entre sí mediante un átomo común de oxígeno, repitiéndose la formación indefinidamente y dando como resultado una red laminar aluminica. De acuerdo con su arreglo reticular los minerales de arcilla se pueden clasificar en tres grupos básicos, que son:

- a. El caolinítico, que procede de la carbonatación de la ortoclasa. Las arcillas caoliníticas están formadas por una lámina silícica y una lámina aluminica superpuestas de manera indefinida y con una unión tal entre sus retículas que no permiten la penetración de moléculas de agua entre ellas, pues producen una capa electrónicamente neutral, lo que induce, desde luego, a que estas arcillas sean bastantes estables en presencia del agua.
- b. El montmorilonítico, al cual pertenecen las bentonitas, se forman por la superposición indefinida de una lámina aluminica entre dos láminas silícicas, pero con una unión débil entre sus retículas, lo que hace que el agua pueda penetrar en su estructura con facilidad. Estas arcillas sufren fuerte expansión en contacto con agua, lo que provoca inestabilidad en ellas

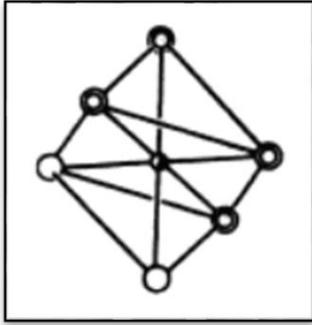


Figura 1.20 Red laminar
aluminico.
(Crespo Villalaz, 2004)

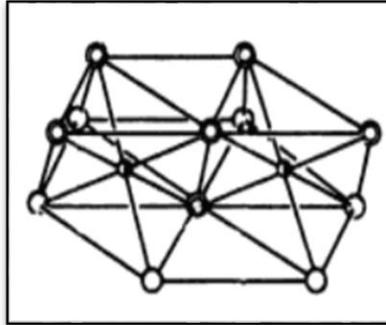


Figura 1.21 Octaedros.
(Crespo Villalaz, 2004)

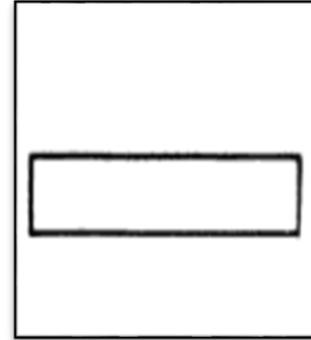


Figura 1.22 Lámina aluminica.
(Crespo Villalaz, 2004)

C.

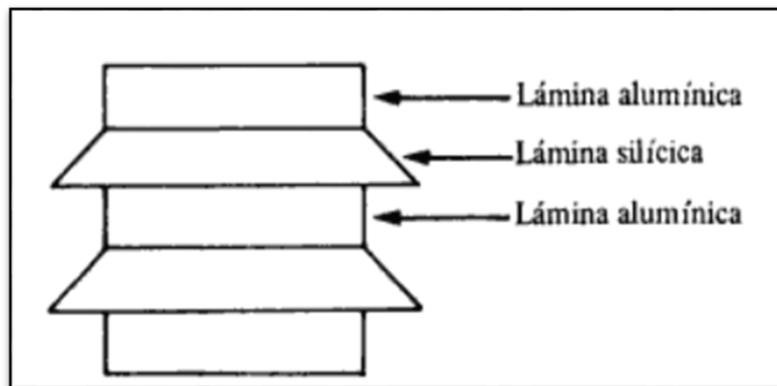


Figura 1.23 Arcilla caolinítica. (Crespo Villalaz, 2004)

- d. El ilítico, producto de la hidratación de las micas y que presenta un arreglo reticular similar al de las montmoriloníticas, pero con la tendencia a formar grumos por la presencia de iones de potasio, lo que reduce el área expuesta al agua, razón por la cual no son tan expansivas como las arcillas montmoriloníticas.

En general, las arcillas, ya sean caoliníticas, montmoriloníticas o ilíticas, son plásticas, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicárseles una carga en su superficie se comprimen lentamente. Otra característica interesante, desde el punto de vista de la construcción, es que la

resistencia perdida por el remoldeo se recupera parcialmente con el tiempo. Este fenómeno se conoce con el nombre de tixotropía y es de naturaleza físico-química. Se puede decir que un contenido mínimo del de arcilla en un suelo le dará a éste las propiedades de la arcilla. (Crespo Villalaz, 2004)

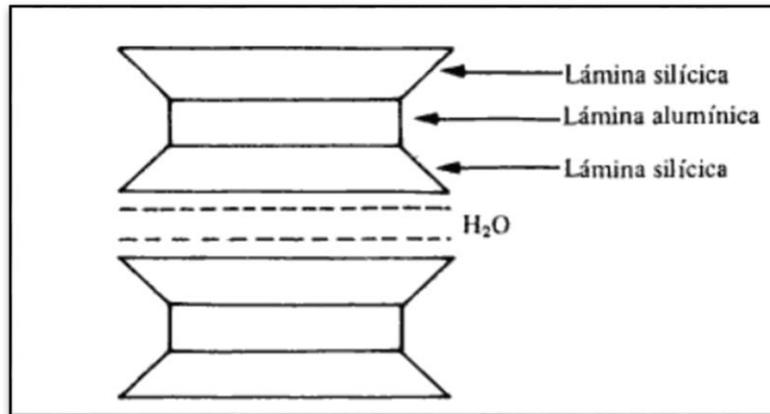


Figura 1.24 Arcilla montmorilonítica.
(Crespo Villalaz, 2004)

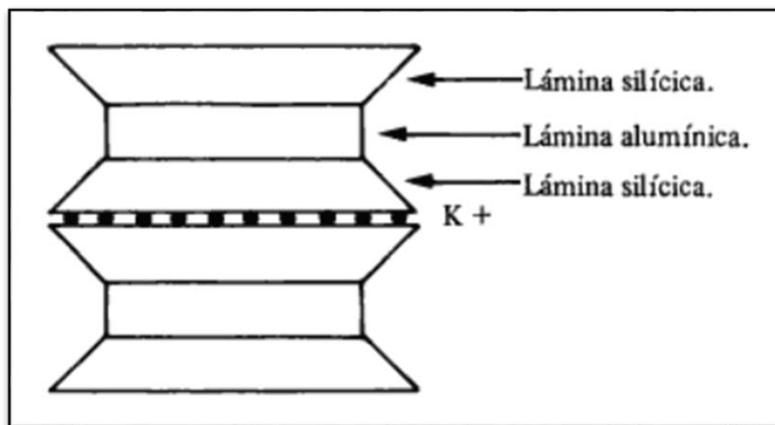


Figura 1.25 Arcilla ilítica.
(Crespo Villalaz, 2004)

1.3 SULFATO DE CALCIO

El sulfato de calcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es un material abundante en la tierra debido a que su formación, se origina de la evaporación de sales disueltas en agua de mar o lagos salados que precipitan formando depósitos de “evaporita”. Su color se varia de blanco a blanco grisáceo; sin embargo, generalmente presenta impurezas que le confieren variadas coloraciones entre las que se encuentre, sílice, caliza. (Guerra Cossío, 2016)



Figura 1.26 Mineral de Sulfato de Calcio.

(Geología Web, 2021)

1.3.1 USO DEL SULFATO DE CALCIO.

En la actualidad el sulfato de calcio se utiliza comúnmente como un material decorativo y como acabado aislante. Así como en paneles de yeso en forma de placas, paneles o tableros industrializados que consisten en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, éstas placas de yeso se utilizan para particiones en interiores y revestimientos de paredes, techos y pisos. (Guerra Cossío, 2016)

1.3.2 PROCESO DEL SULFATO DE CALCIO



Figura 1.27 Proceso del sulfato de calcio.
(Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

1.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SULFATO DE CALCIO

- Rápido fraguado y endurecimiento
- La reacción de hidratación es exotérmica y va acompañada de un ligero aumento de volumen (expansión).
- Permeable al agua.
- Bajas resistencias mecánicas.
- Buena adherencia a otros materiales de construcción.
- Regulador de la humedad.
- Buena resistencia al fuego. (Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

1.3.4 APLICACIONES DEL SULFATO DE CALCIO

En la construcción, el sulfato de calcio se emplea como:

- Elementos prefabricados (tabiques, placas de yeso laminado, bloques aligerados, molduras y elementos decorativos).
- Elaboración de estucos (revestimientos que imitan a la cantería). (Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

1.3.5 VENTA DE SULFATO DE CALCIO

El sulfato de calcio se encuentra en las casas de materiales en sacos de 30 kg o 40 kg.



Figura 1.28 Sulfato de Calcio Calcinado.

(Materiateca, 2019)

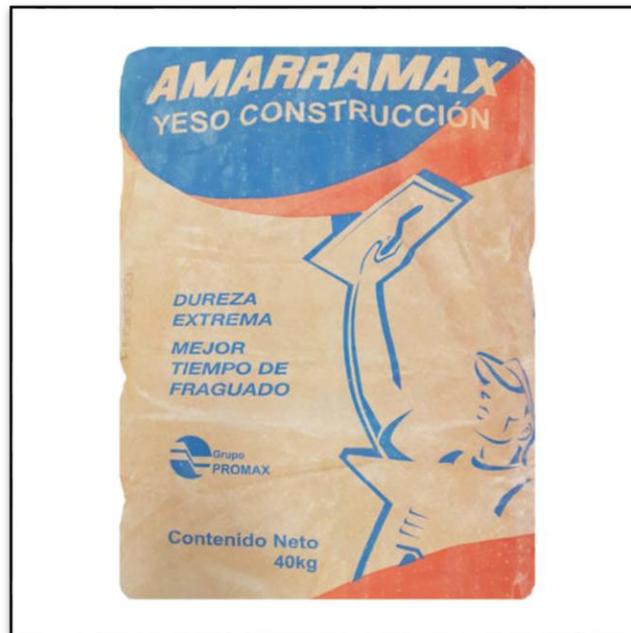


Figura 1.29 Saco de Sulfato de Calcio.

(Construrama, 2021)

1.3.6 PROPIEDADES FÍSICAS

Tabla 1.1 Propiedades físicas del sulfato de calcio. (Polanco Madrazo, Cavia, & García, 2015)

| Sulfatos de Calcio | Propiedades físicas |
|--------------------------------------|--|
| Clase, grupo | Sulfato (Sulfato calcio hidratado) |
| Brillo | Vítreo, perlado y sedoso |
| Color | Incoloro, blanco, gris, amarillo, castaño |
| Raya | Blanca |
| Formula Química | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |
| /cm³ | CaO= 32.6%, SO ₃ = 46.5%, H ₂ O= 20.9% |
| Dureza | 2 |
| Pesos específico o densidad | 2,32 g/cm ³ |
| Clivaje o exfoliación | En cuatro direcciones, perfecta. |
| Fractura | Desigual |
| Sistema cristalino | Monoclínico |
| Forma de presentarse (hábito) | Prismático, tabular, granular, fibroso. |
| Origen o ambiente geológico | Depósito sedimentarios debido a la evaporación del agua del mar o salmuera, hidratación de anhidrita, oxidación de sulfuros, y en regiones volcánicas. |

CAPITULO 2.- PROCESO DE ELABORACIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO EN EL MUNICIPIO DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ.



Figura 2.1 Proceso de elaboración de tabique.

(Autor propio)

2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 MACRO LOCALIZACIÓN.

El área de estudio de tabique rojo recocido se trabajará en el estado de Veracruz, este colinda al norte con Tamaulipas, al Oeste con San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, Al Sur con Oaxaca, y al Sureste con Chiapas y Tabasco, estos estados se encuentran dentro de la República Mexicana. (Secretaría de Desarrollo Económico y Portuario (SEDECOP), 2018)

Coordenadas geográficas: Al norte 22° 28', al sur 17° 09' de latitud norte; al este 93° 36', al oeste 98° 39' de longitud oeste.

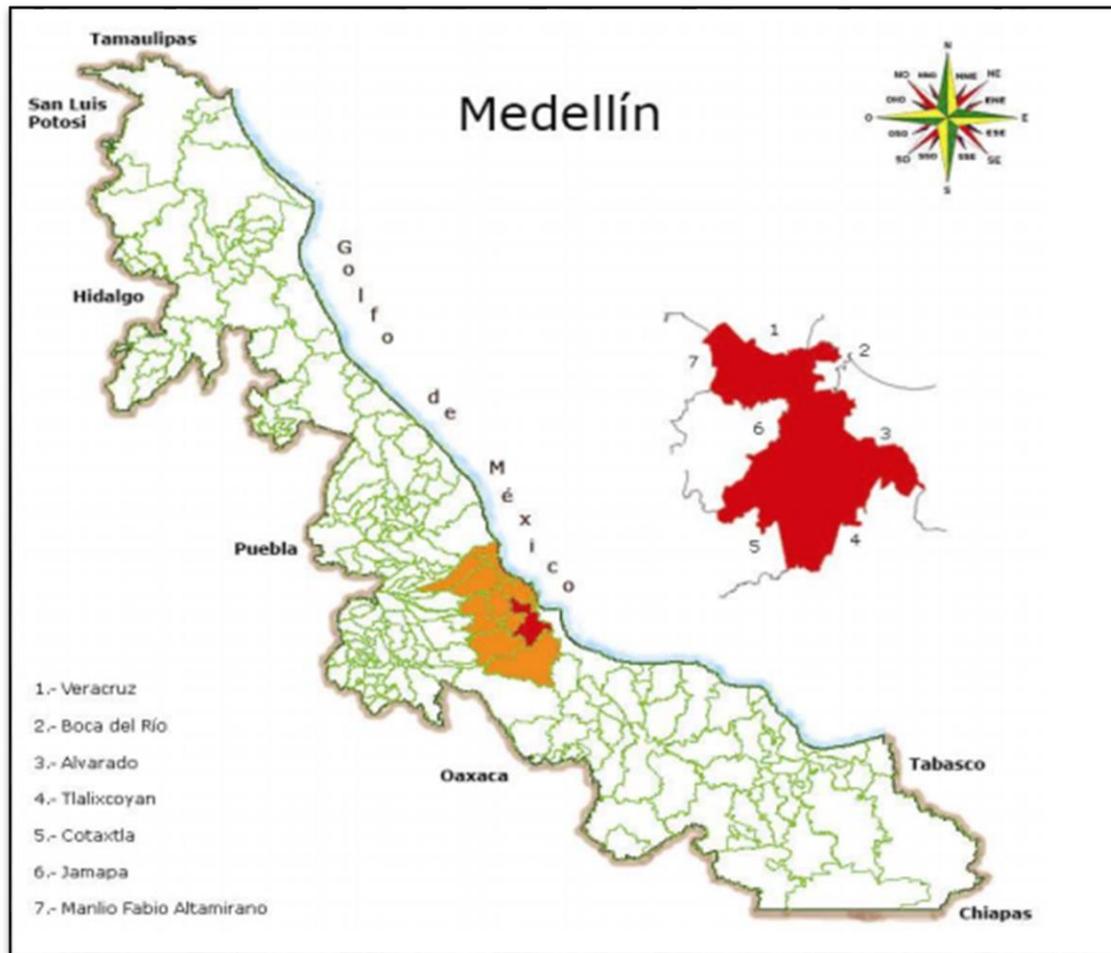


Figura 2.2 Medellín de Bravo, Veracruz.

(Secretaría de Desarrollo Económico y Portuario (SEDECOP), 2018)

2.1.2 MICRO LOCALIZACIÓN

Su ubicación se encuentra en tres los paralelos 18° 50' y 19° 09' de latitud norte; los meridianos 96° 02' y 96° 16' de longitud oeste, altitud entre 5 y 60 m.

Medellín de Bravo, colinda con los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado; al este con los municipios de Alvarado y Tlalixcoyan; al sur con los municipios de Tlalixcoyan y Cotaxtla; al oeste con los municipios de Cotaxtla, Jamapa, Manlio y Altamirano. (Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN), 2016)

El área del estudio para el proceso de elaboración de tabique rojo recocido se trabajará en La tabiguera llamada “Zamora” se encuentra ubicada en la localidad de Rancho del Padre Municipio de Medellín de Bravo, Veracruz.



Figura 2.3 Tabiguera Zamora, Finca de Rancho del Padre.

(Google earth, 2021)

2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PIEZA

El proceso de elaboración del tabique de la tabiquera Zamora del municipio de Medellín de Bravo, Veracruz no cuenta con un proceso de dosificación que se rija por normas, debido a que su procedimiento se basa en la experiencia y por tanto no se realizan pruebas de calidad a los materiales, estos materiales son obtenidos en la misma región y de poblados cercanos, lo que es favorable para la tabiquera.

El equipo a utilizar para la elaboración de tabique es:

- Carretilla
- Azadón
- Gavera
- Cubos

2.3 EXTRACCIÓN DEL MATERIAL

Para la elaboración de tabique rojo recocido uno de los materiales a utilizar son:

- La arcilla se extrae de un banco que pertenece a la finca de Rancho del Padre, este banco se encuentra en el mismo sitio donde se elaboran los tabiques.



Figura 2.4 Sitio donde se extra la arcilla.

(Google earth, 2021)

- La arena se importada de la comunidad los Robles, Veracruz.



Figura 2.5 Los Robles, Veracruz sitio de donde se extrae la arena.
(Google earth, 2021)

- El agua para la elaboración de las piezas se obtiene de los pozos que se encuentran en la tabiquera.

2.4 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

Para la preparación de la mezcla para un millar para tabiques la dosificación es la siguiente:

3 viajes de arena + $\frac{1}{4}$ de cubo de ceniza + 25 a 30 carretilladas de arcilla + 400 litros de agua.

En determinado caso que la arcilla se encuentre totalmente seca, se utiliza más agua para hidratarla.

2.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA MEZCLA

Para el proceso de homogenización se utiliza la arcilla, arena, ceniza y agua, estos materiales se mezcla de forma manual, con ayuda de un azadón. La función de la ceniza es evitar que la mezcla se vuelva líquida.

Posteriormente se coloca la mezcla en un sitio limpio donde no se pueda contaminar la mezcla.



Figura 2.6 Mezcla de los materiales.

(Autor propio)

2.6 MOLDEADO

En la tabiquera Zamora de Medellín de Bravo, Veracruz se utiliza un molde prefabricado para ocho tabiques, el diseño del molde para cada pieza es totalmente liso. Para colocar la mezcla, se limpia el molde y se humedece, con la finalidad de evitar que la mezcla se adhiera al molde.



Figura 2.7 Molde para tabiques.

(Autor propio)

2.7 PATIO DE SECADO

El patio de secado es el sitio donde se colocan los tabiques frescos para iniciar el proceso de secado, el sitio debe encontrarse limpio y libre de materia orgánica, para evitar que los tabiques se adhieran al patio de secado, se debe añadir arena. el tiempo de secado de los tabiques frescos es durante 8 días aproximadamente, así como también depende de la temperatura en la que se encuentre en esos momentos.



Figura 2.8 Patio de secado.

(Autor propio)

2.8 PROCESO DE COCCIÓN

Una parte sumamente importante de la elaboración del tabique es el proceso de su secado, este permite que se lleve al proceso final al tabique que es la cocción.

Para colocar las piezas de tabiques en el horno deben estar secas, el combustible que se utiliza para el horno es leña de mango, para un millar de tabiques aproximadamente se necesita seis tareas lo que equivale a dos viajes de camionetas llenas, esta leña es importada de pueblos que se encuentra cerca de la tabiquera.

En el momento que horno está en función, las piezas de tabiques se dejan dos días para su cocción, que cuenta un día y toda una noche en el fuego.



Figura 2.9 Tabiques listos para ser metido al horno.

(Autor propio)



Figura 2.10 Horno preparado para cocción de tabiques.

(Autor propio)

2.9 ALMACENAJE

Para finalizar el proceso de elaboración de tabiques, después de ser sacadas del horno, éstas se dejan en el patio durante tres días, para después ser comercializadas.



Figura 2.11 Sitio para almacenar tabiques para su comercialización.

(Autor propio)

CAPITULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA DE LA PIEZA DE TABIQUE



Figura 3.1 Equipo para el proceso de las pruebas.

(Autor propio)

3.1 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA ARCILLAS.

3.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ARCILLAS – MÉTODO POR LAVADO (NMX-C-084-ONNCCE-2018)

Objetivo: Determinar el contenido de partículas más finas de la criba (N° 200.) por medio de lavado.

Descripción: La Norma Mexicana NMX-C-084-ONNCCE-2018, especifica el método de prueba para determinar el contenido de partículas más finas de la criba (No. 200) por medio de lavado. Las partículas de arcilla y otras que se disgregan por el agua de lavado y las que son solubles en el agua son separadas durante esta prueba.

Esté método es propuesto debido a que el material más fino de la criba (No. 200) puede ser separado de las partículas gruesas mucho más eficiente y completamente por tamizado húmedo que a través por tamizado en seco.

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|-------------|----------------------|------------|
| ➤ Charola | ➤ Cristal de reloj | ➤ Arcilla |
| ➤ Cucharon | ➤ Tamices | ➤ Agua |
| ➤ Brocha | ➤ Parrilla eléctrica | |
| | ➤ Bascula | |

Procedimiento:

Paso 1.- El espécimen de prueba del material arcilloso se coloca en un recipiente que puede ser de plástico o aluminio y se agrega suficiente agua hasta que quede totalmente cubierto y se deja saturar por 24 horas \pm 2.

Paso 2.- Cumplidas las 24 horas, se prosigue a tomar el recipiente del material arcilloso para decantarlo, puesto a que el material suele estar asentado.

Paso 3.- Se coloca agua para homogenizar el material, en seguida se realizan movimientos oscilatorios constantes que pueden ser en forma de 8, durante aproximadamente 20 minutos, para que las partículas finas queden en reposo.

Paso 4.- Posteriormente el agua de lavado se decanta sobre la malla N° 200 y al mismo tiempo se coloca bajo el chorro de agua para eliminar las partículas más pequeñas.

Paso 5.- Se repiten los pasos 3 y 4 hasta que el agua sea clara resultante del lavado.

Paso 6.- Una vez realizado los pasos anteriores, el material arcilloso se pone a calentar en la parrilla eléctrica, es importante colocar durante el proceso de calentado el cristal de Rose sobre la charola para ir verificando que efectivamente se vaya perdiendo la humedad.

Paso 7.- Cuando el material está seco, se coloca en los tamices ordenados de forma descendente, para proceder al movimiento del material en forma oscilatoria.

Paso 8.- Una vez realizado el proceso anterior, se analiza como quedo distribuido el material en los tamices para anotar el número de criba correspondiente. Posteriormente se retiran los tamices y el material se coloca en bolsas para ser pesados en la báscula.

Paso 9.- Por último, se anotan los pesos del material para realizar los cálculos correspondientes y es importante recordar que se realiza la limpieza de los tamices con ayuda de una brocha pequeña y fina.



Figura 3.2 Material sumergido en agua por 24 horas \pm 2.

(Autor propio)



Figura 3.3 Lavado de Material.

(Autor propio)



Figura 3.4 Material colocado en los tamices

(Autor propio)



Figura 3.5 Material colocado en un recipiente para ser pesado.

(Autor propio)



Figura 3.6 Material previamente pesado

(Autor propio)

3.1.2 DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA (NMX-C-493-ONNCCE-2018)

Objetivo: Es determinar el límite líquido y límite plástico para clasificar un suelo de acuerdo a su plasticidad, esto de acuerdo a la norma NMX-C-493-ONNCCE-2018.

Esta norma mexicana establece los procedimientos de ensayo para determinar la plasticidad de la muestra de suelo que pasa por la malla No. 40, por medio del límite líquido y límite plástico.

Descripción: El límite líquido de un suelo plástico adquiere una resistencia al corte se considera como la frontera en los estados semilíquido y plástico. El límite plástico se determina moldeando una tira con el material arcilloso, el cual se divide en tres partes hasta alcanzar un diámetro de 3mm, esto se considera como la frontera entre los estados plásticos y semisólido.

Los límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco, va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y líquido.

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|-------------|----------------------|------------|
| ➤ Ranurador | ➤ Copa de Casagrande | ➤ Arcilla |
| ➤ Vernier | ➤ Bascula | ➤ Agua |
| ➤ Capsulas | ➤ Parrilla | |
| ➤ Espátula | ➤ Cristal de reloj | |
| | ➤ Probeta | |

Procedimiento:

Paso 1.- Como primer paso se toma una porción de muestras alteradas del material arcilloso. El cual se debe pesar y llevar su registro en cuanto a pesos.

Paso 2.- Enseguida se coloca en un vidrio y se mezcla con un poco de agua hasta que la muestra sea homogénea.

Paso 3.- Posteriormente con la ayuda de una espátula se coloca el material de forma distribuida en la copa de Casagrande, recordando que es importante tener cuidado de que la superficie quede plana con un espesor máximo de 1 *cm*.

Paso 4.- Después se prosigue a colocar la punta del Ranurador en la parte superior y al centro de la muestra, colocándolo perpendicular a la superficie de la copa y realizar la ranura.

Paso 5.- Como su procedimiento de uso de la copa Casagrande lo dice se da vuelta a la manija, a razón de 2 vueltas por segundo, contando el número de golpes requeridos para cerrar el fondo de la ranura.

Paso 6.- Ahora con la espátula se retira el material de la copa y se vuelve a mezclar repitiendo los pasos 2 a 5, pero esta vez agregando un poco de agua con la pizeta.

Paso 7.- Del lugar donde se cierra la ranura se toman aproximadamente 30 gramos de la muestra y se coloca sobre un cristal de reloj, se etiqueta, se pesa y se comienza a secar en una parrilla eléctrica.

Paso 8.- Enseguida se retiran las muestras y se enfrían para después pesar y registrar los datos.

Paso 9.- En base a lo obtenido se calcula el contenido de agua correspondiente a cada número de golpes.

Paso 10.- Por último, se construye la gráfica de número de golpes contra unidades a escala semi-logarítmico.



Figura 3.7 Equipo para la prueba de límite líquido.

(Autor propio)

LIMITE LIQUIDO



Figura 3.8 Muestra pesada.
(Autor propio)



Figura 3.9 Material colocado en Copa de Casagrande
(Autor propio)



Figura 3.10 Se realiza la ranura del suelo.
(Autor propio)



Figura 3.11 Medición de la ranura con vernier.
(Autor propio)



Figura 3.12 Peso de muestra húmeda
(Autor propio)



Figura 3.13 Muestras en estado seco.
(Autor propio)

LIMITE PLÁSTICO



Figura 3.14 Proceso de amasado de la muestra.

(Autor propio)



Figura 3.15 Cilindro de 3mm de diámetro.

(Autor propio)



Figura 3.16 Peso de muestras en estado seco

(Autor propio)



Figura 3.17 Muestras en estado seco.

(Autor propio)

3.2 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA ARENAS.

3.2.1 PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO “PVSS” (NMX-C-073-ONNCCE-2004)

Objetivo: Se busca determinar el peso volumétrico seco suelto (PVSS) respecto a la norma NMX-C-073-ONNCCE-2004.

Descripción: El peso volumétrico es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresando en kilogramos por metro cubico. Se usará invariablemente para la conversión de peso a volumen, es decir para conocer el consumo de agregados por metro cubico.

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|------------------|----------------------|------------|
| ➤ Charola | ➤ Molde proctor | ➤ Arena |
| ➤ Vernier | ➤ Bascula | |
| ➤ Cucharon | ➤ Parrilla eléctrica | |
| ➤ Espátulas | ➤ Cristal de Rose | |
| ➤ Regla metálica | | |

Procedimiento:

Paso 1.- El material se sumerge en agua, en el momento en el que llega al límite de su humedad, este se coloca en una charola metálica para llevar a cabo el secado del material con ayuda de la parrilla eléctrica.

Paso 2.- El vidrio se debe ir colocando sobre el material que se encuentra sometido al proceso de secado repetitivamente, el vidrio tiene el objetivo de verificar que el material se encuentre seco, esto será cuando el vidrio ya no tenga vapor cuando se coloca sobre el material.

Paso 3.- En el cálculo del PVSS es fundamental determinar el peso y el volumen del molde proctor (para obtener las dimensiones del molde proctor se utiliza como herramienta de medida el vernier), los datos obtenidos del peso y volumen del molde son utilizados en la fórmula para la obtención del PVSS.

Paso 4.- Una vez obtenido el material completamente en estado seco se produce a realizar un cono a gravedad y posterior a ello se realiza un cono truncado con ayuda de la regla metálica, para después realizar el cuarto del material usando la regla metálica para dividir el cono truncado en 4 partes.

Paso 5.- Con el cucharon se vierte la arena al molde Proctor tomando esquinas contrarias del cuarteo que el molde se encuentre lleno, posteriormente se enraza para obtener una superficie lisa.

Paso 6.- Se procede a pesarlo en la báscula la cual tiene una resolución a 5 gramos, ya estando registrados todos los datos necesarios, se continua con la parte final, esta consiste en sustituir dichos datos en la formula correspondiente para la obtención del Peso Volumétrico Seco Suelto (PVSS).

Formula de PVSS

$$PVSS = W_m/V_r$$

Donde

W_m = Peso del material en kg

W_m = (Peso del recipiente + Material) – (Peso del recipiente)

V_r = Volumen del recipiente en m^3



Figura 3.18 Muestra sumergida en agua.
(Autor propio)



Figura 3.19 Muestra colocada en charola
(Autor propio)



Figura 3.20 Molde proctor.
(Autor propio)



Figura 3.21 Proceso de cuarteo de material
(Autor propio)



Figura 3.22 Cuarteo de material
(Autor propio)



Figura 3.23 Material colocado en el molde proctor.
(Autor propio)

3.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS PARA ARENAS (NMX-C-077-ONNCCE)

Objetivo: Determinar la distribución de tamaños de las partículas de agregados finos por medio de tamices.

Descripción: La distribución de tamaños se utiliza para determinar el cumplimiento de las partículas de agregados con los requerimientos especificados en (NMX-C-077-ONNCCE). Esta Norma Oficial Mexicana establece el método para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos, con el fin de determinar la distribución de las partículas de diferentes tamaños por medio de cribas. El análisis granulométrico de la arena tiene por objeto determinar las cantidades en que están presentes partículas de ciertos tamaños en el material.

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|-------------|----------------------|------------|
| ➤ Charola | ➤ Tamices | ➤ Arena |
| ➤ Cucharon | ➤ Bascula | |
| | ➤ Parrilla eléctrica | |
| | ➤ Contenedores | |
| | ➤ Cristal de reloj | |

Procedimiento:

Paso 1.- Se pesan el material, se debe realizar el sacado de la muestra para quitar la humedad, debido a que, si la muestra se encuentra húmeda, esta se puede adherir a las mallas y la prueba no saldría con éxito.

Paso 2.- Para el proceso de secado, se debe prender la parrilla y colocar la charola y se vierte el material húmedo, dependiendo de la humedad que presente el material, será el tiempo en el que permanecerá la parrilla, para verificar que el material está seco, se utiliza el cristal de rose y se colocará sobre la charola, en el momento que se coloque el cristal de Rose y no exista presencia de vapor, el material ya estará listo, y evitar que la muestra se calcine. Después se deja reposar el material por 10 minutos.

Paso 3.- Se pesa la muestra que se utilizará para proceder a colocarlos a los tamices y realizar la práctica.

Paso 4.- Los tamices se ordenan de tamaño descendente es decir de mayor a menor. En este caso es del N°4, hasta llegar al N°200 y para finalizar se coloca la charola, la cual obtiene el material sobrante que pasan a través de la última malla.

Paso 5.- A continuación, se criba el material manualmente durante 5 minutos.

Paso 6.- Después de finalizar el cribado manualmente se retiran los tamices, y el material retenido en cada malla se pesa para registrarlo en una tabla como la siguiente.

Tabla 3.1 Tabla para el análisis granulométrico de los agregados

| N° Tamiz | Retenido Parcial (gr) | Retenido Acumulador (gr) | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulando | % Pasa |
|----------|-----------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------|
| 4 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 100 | | | | | |
| 200 | | | | | |
| CHAROLA | | | | | |
| | Σ Retenido Parcial | | | | |

Donde:

Retenido parcial: Es la cantidad que se ha retenido en ese número de malla.

Retenido acumulado: Es la cantidad que se ha retenido en ese número de malla más la cantidad anterior, dando al final con la cantidad que se utilizó para realizar la prueba.

% Retenido parcial: Es la cantidad que se ha realizado en ese número en ese número de malla multiplicada por 100 y dividida entre la cantidad total utilizada.

$$\% \text{ Retenido Parcial} = \frac{\text{Retenido Parcial} * 100}{\Sigma \text{Retenido Parcial}}$$

% Retenido Acumulado: Es la cantidad que se tiene del porcentaje obtenido en esa malla más la cantidad anterior, dando al final un 100% de la cantidad utilizada.

% Pasa: Empezando con una muestra del 100% en esta cantidad se le va restando la cantidad que resulta en el % Retenido Acumulado, dando al final un 0 resultado de la resta de los porcentajes de todas las mallas.

Módulo de finura

Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados a partir de la criba 4,75 mm (malla No.4) hasta la criba 0,150 mm (malla No.100), divididos entre 100 aplicable al agregado fino.

$$Mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$$

En caso de que el módulo de finura sobrepase dicha tolerancia, se harán los ajustes necesarios en las proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométricas.

Tabla 3.2 Limites de granulometría para agregado fino

| CRIBA MM(NO.) | MATERIAL ACUMULADO EN MASA, EN PORCENTAJE % QUE PASA |
|------------------------|---|
| 9.5 (3/8") | 100 |
| 4.75 (No. 4) | 95-100 |
| 2.36 (No. 8) | 80-100 |
| 1.18 (No. 16) | 50-85 |
| 0.600 (No. 30) | 25-60 |
| 0.300 (No. 50) | 10-30 |
| 0.150 (No. 100) | 2-10 |



Figura 3.24 Equipo para la elaboración de la prueba.

(Autor propio)



Figura 3.25 Vaciado de material en charola.

(Autor propio)

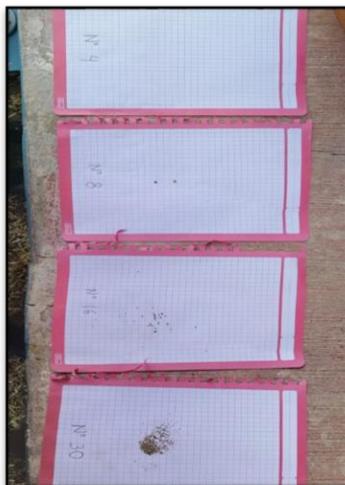


Figura 3.26 Material colocado en charola.

(Autor propio)



Figura 3.27 Peso del material.

(Autor propio)

3.2.3 DENSIDAD Y ABSORCIÓN (NMX-C-165-ONNCCE-2014)

Objetivo: Determinar la densidad relativa aparente y la absorción de la arena en la condición saturada y superficialmente seca.

Descripción: La norma mexicana NMX-C-165-ONNCCE-2014 establece que el método de ensaye para la determinación de la densidad relativa aparente y la absorción del agregado fino en la condición saturada y superficialmente seca. (ONNCCE, 2014)

Esta norma mexicana aplica a los agregados finos de un tamaño máximo de 4,75 mm (malla No. 4).

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|--------------------|-------------------------|------------|
| ➤ Espátula | ➤ Matraz de Chapman | ➤ Arena |
| ➤ Charola de metal | ➤ Cono troncocónico | |
| | ➤ Pisón de compactación | |
| | ➤ Estufa eléctrica | |
| | ➤ Tara | |
| | ➤ Embudo | |
| | ➤ Cristal de reloj | |

Procedimiento:

Paso 1.- Se colocó la muestra previamente húmeda en la charola de metal para ser llevada a la estufa eléctrica y poder dar inicio al proceso de secado.

Con la espátula se empieza a mover el material con la finalidad de obtener un secado homogéneo, el material se mantiene a temperatura mediamente baja llegando al punto donde la muestra pueda fluir, para este ensaye es necesario que la muestra presente un estado “seco superficial”.

Paso 2.- El cristal se debe ir colocando sobre la muestra para verificar el grado de humedad que la muestra presenta, el grado de humedad se va calificando según el vapor que se encuentre el vidrio.

Paso 3.- Una vez que la muestra este en estado manejable se coloca un cono troncocónico en una superficie lisa, el diámetro más grande del cono troncocónico es el que será el que se coloque en la superficie. Una vez que todo está lista se coloca a capas el material dentro del cono, deben ser 3 capas, la primera capa debe llegar a $\frac{3}{8}$ del cono, se aplican 11 golpes alrededor del cono a una altura razonable, al estar compacta la primera capa, se procede a colocar una segunda capa de material, esta vez solo se aplican 8 golpes alrededor del cono, por último, se coloca la tercera capa y se deben dar 6 golpes, haciendo una suma total de 25 golpes que es el numero requerido para esta prueba.

Paso 4.- Después se enrasa el cono, para retirar el material que se encuentre alrededor del cono, dejando la zona de trabajo limpia.

Se levanta el molde verticalmente, si la humedad superficial sigue presente el agregado fino mantendrá la forma del cono, cuando el agregado se desploma suavemente indica que ha obtenido una condición superficialmente seca.

Paso 5.- Cuando se obtiene la característica deseada de material, se pasa una porción de 500 gr. Antes de verter el material dentro del matraz se debe aforar el matraz de Chapman colocando vacío y posteriormente se vierten 200 ml de agua para obtener respectivamente su peso. Una vez realizado el aforo, se depositan los 500 gr de arena en la probeta de Chapman estando ya graduada a 200 ml, procurando que el material no quede pegado en las paredes.

Paso 6.- Se extrae el aire atrapado rodando el frasco en una superficie plana o balanceándolo de forma manual. Cuando se observa que no suben burbujas de aire de los bulbos, se toma lectura mediante la graduación que muestra el matraz, seguido de eso, se coloca nuevamente sobre la báscula, pero esta vez el material dentro.

Paso 7.- Por último, se retira el agua y el material del matraz, y se lava cuidadosamente.

Formula de Absorción

$$w = \frac{\text{peso del agua absorbida}}{\text{peso de muestra seca}} * 100$$

Dónde: W= Absorción

Formula de Densidad

$$D = \frac{\text{peso de material seco}}{\text{volumen deslojado}} * 100$$

Dónde: D= Densidad



Figura 3.28 Material colocado en la charola.
(Autor propio)



Figura 3.29 Homogenización del material
con la espátula.
(Autor propio)



Figura 3.30 Material superficialmente seco.
(Autor propio)



Figura 3.31 Material en forma de cono
(Autor propio)



Figura 3.32 Colocación del material en el
matraz
(Autor propio)



Figura 3.33 Material sin burbujas de aire.
(Autor propio)



Figura 3.34 Peso del matraz con
materiales incluidos.
(Autor propio)

3.3 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LA PIEZA DEL TABIQUE.

3.3.1 DIMENSIONES (NMX-C-038-ONNCCE-2004)

Objetivo: Determinar las dimensiones de las piezas del tabique.

Descripción: Este método de prueba mide la extensión de largo, ancho y alto del tabique, así como, obtener el peso de cada uno de ellos y realizar una comparativa de los tabiques rojos recocidos de la tabiquera Zamora con los tabiques rojos recocidos con sulfato de calcio.

Herramienta:

- Flexómetro
- Bascula

Procedimiento:

Paso 1.- Como primer paso se toman tres medidas del tizón del tabique (de los extremos y del centro).

Paso 2.- Se prosigue en la toma de las tres medidas de la soga del tabique (de los dos extremos y del centro).

Paso 3.- De igual manera se tomaron tres medidas del grosor del tabique (de los extremos y del centro).

Paso 5.- Los datos obtenidos se registran en la libreta para después organizar la información en una tabla de Excel y de esa manera obtener el promedio de las medidas de cada lado de los tabiques, teniendo como resultados las medidas estándar del tabique.



Figura 3.35 Toma de dimensiones de tabiques.

(Autor propio)



Figura 3.36 Toma de dimensiones de tabique de Medellín de bravo.

(Autor propio)



Figura 3.37 Toma de pesos de tabique.

(Autor propio)



Figura 3.38 Evidencia de toma de pesos de tabiques.

(Autor propio)

3.3.2 DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN (NMX-C-037-ONNCCE-2013)

Objetivo: Determinar la cantidad de agua que absorben los tabiques de la región de la tabiguera Zamora y los tabiques rojos recocido con sulfato de calcio.

Descripción: Este método de prueba determina la cantidad de agua absorbida al sumergirse completamente al agua por un tiempo de 24 horas ± 2 .

Herramienta:

- 10 tabiques
- Bascula
- Recipiente con agua

Procedimiento:

Paso 1.- Se registran los pesos de los tabiques en su estado seco y posteriormente se sumergen en agua por un periodo de 24 horas.

Paso 2. Terminando el periodo de tiempo especificado se extraen del recipiente de agua y se les retira el exceso de agua superficial con la franela.

Paso 3.- El siguiente paso consiste en tomar dato del peso en estado húmedo de cada tabique.

Formula de absorción

$$A = \frac{P_{mh} - P_{ms}}{P_{ms}} (100)$$

Donde:

P_{mh} = Peso de la muestra húmeda

P_{ms} = Peso de la muestra seca

A = Absorción



Figura 3.39 Tabique con Sulfato de Calcio sumergidos 24 horas \pm 2.

(Autor propio)



Figura 3.40 Tabiques de Medellín sumergidos durante 24 horas \pm 2.

(Autor propio)



Figura 3.41 Peso de tabiques en estado húmedo.

(Autor propio)

3.3.3 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NMX-C-036-ONNCCE-2013)

Objetivo: Obtener la resistencia a la compresión axial de los tabiques.

Definición: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante justados, como una propiedad independiente.

| Herramienta | Equipo | Materiales |
|-------------|--|------------|
| ➤ Espátulas | ➤ Máquina de compresión axial | ➤ Azufre |
| ➤ Martillo | ➤ Bascula | |
| ➤ Varilla | ➤ Cabeceador | |
| ➤ Nivel | ➤ Jarra metálica | |
| | ➤ Parrilla eléctrica | |
| | ➤ Termómetro eléctrico | |
| | ➤ Accesorios de seguridad | |
| | ➤ Molde para la preparación de especímenes de ensayo (en este caso azufre) | |

Procedimiento:

Paso 1.- Se realiza el registro de pesos de cada uno de los tabiques usados en la práctica con ayuda de la báscula.

Paso 2.- Para realizar la práctica de resistencia a la compresión es necesario llevar a cabo el cabeceo de los tabiques, el cabeceo de tabiques permite proporcionar una superficie más plana, brindando la característica requerida a las caras que tendrán contacto con las placas usadas en la maquina compresora. A continuación, se describe e procedimiento de cabeceo:

- a) Quemado de azufre: se precalienta en la parrilla eléctrica el recipiente metálico en el que se fundirá el azufre. Posteriormente se coloca la cantidad necesaria de azufre en el recipiente metálico, ya sea en pedazos reciclados o en partes

pequeñas de material en bruto. De manera constante se mueve el azufre, cuidando que este no adquiera una consistencia chiclosa, en caso de que se presente esa situación se debe retirar el recipiente metálico de la parrilla y colocar más azufre, se vuelve a colocar el recipiente sobre la parrilla y se continúa moviendo el material hasta que adopte su estado líquido y una temperatura de 145°C.

- b) Preparación de la placa: se coloca una ligera capa de aceite sobre la superficie de placa metálica y el marco de la cabeceadora que tendrá contacto con el azufre líquido, esto con la finalidad de que al endurecerse el azufre sea fácil de desprenderse.
- c) Colocación de azufre: una vez teniendo el azufre en su estado líquido, cuidadosamente se coloca sobre la placa metálica hasta tener una capa de aproximadamente 8 mm de espesor.
- d) Colocación del tabique sobre placa: en seguida de colocar la capa de azufre líquido, con cuidado se asienta el tabique sobre ella, sumergiéndolo 5 mm aproximadamente y se verifica que este nivelado.
- e) Se dejan reposar mínimo 3 horas antes de someterlos a fuerza de compresión.

Paso 3.- Se coloca el tabique en la maquina compresora de manera que la cara donde está la junta quede en la parte superior.

Paso 4.- La máquina empieza a aplicar fuerza sobre la superficie cabeceadora del tabique, en cuanto la maquina tenga contacto con la parte superior del tabique se empieza a marcar el tiempo en el cronometro para tener el tiempo estimado que tarda el tabique en presentar fallas. La máquina y el cronometro se detienen cuando el tabique comienza a presentar fallas. Se registran los datos obtenidos.

Paso 5.- Para tener una mejor apreciación de daños por la fuerza de compresión aplicada sobre el tabique, se deja caer al suelo, ocasionando que el tabique presente fracturas derivadas de las fallas.



Figura 3.42 Azufre
(Autor propio)



Figura 3.43 Proceso de cocción de
azufre.
(Autor propio)



Figura 3.44 Preparación de placa.
(Autor propio)



Figura 3.45 Colocación de tabique sobre
la placa
(Autor propio)



Figura 3.46 Colocación de tabique con sulfato de calcio en placa.

(Autor propio)



Figura 3.47 Tabique de sulfato con calcio del 2% cabeceado.

(Autor propio)



Figura 3.48 Tabique de sulfato con calcio del 4 % cabeceado.

(Autor propio)



Figura 3.49 Tabique convencional de Medellín cabeceado.

(Autor propio)



Figura 3.50 Máquina resistencia a la compresión
(Autor propio)



Figura 3.51 Tabique en proceso para la prueba de resistencia a la compresión
(Autor propio)



Figura 3.52 Resultado de la prueba de resistencia a la compresión.
(Autor propio)



Figura 3.53 Resultado de la pieza mediante la prueba de resistencia a compresión.
(Autor propio)

CAPITULO 4. PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO DE TABIQUE ROJO RECOCIDO AÑADIENDO SULFATO DE CALCIO EN LA TABIQUERA DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ.



Figura 4.1 Tabique Rojo Recocido incorporando Sulfato de Calcio.

(Autor propio)

4.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO



Figura 4.2 Localización de la Tabiquera Zamora, Medellín de Bravo, Veracruz.
(Google earth, 2021)

4.2 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

4.2.1 ARCILLA

- En la Finca del Rancho del Padre, Medellín de Bravo se encuentra un banco del cual se obtiene la arcilla.



Figura 4.3 Ubicación del lugar de donde se obtiene la arcilla.
(Google earth, 2021)

4.2.2 ARENA.

- De un banco de materiales del Municipio los Robles, Veracruz, se extrae la arena.



Figura 4.4 Ubicación del lugar donde se obtiene la arena.
(Google earth, 2021)

4.2.3 SULFATO DE CALCIO.

- El sulfato de calcio se adquirió de la casa de materiales la providencia, de Misantla, Veracruz.



Figura 4.5 Ubicación de la Casa de Materiales, Misantla, Ver
(Google earth, 2021)



Figura 4.6 Casa de Materiales la Providencia, Av. Ávila Camacho, Teresa Peñafiel, Misantla, Veracruz.
(Google earth, 2021)

4.3 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

El objetivo del diseño es conocer cuál es el óptimo para las propiedades físicas y mecánicas del tabique donde. Se elaboraron 4 porcentajes adicionados con sulfato de calcio los cuales son los siguientes:

Tabla 4.1 Datos de dosificación para incorporar Sulfato de Calcio a la mezcla de tabique

| Porcentaje de Sulfato de Calcio | Gramos (gr) | Cantidad de piezas |
|---------------------------------|-------------|--------------------|
| 1% | .035 | 5 |
| 2% | .071 | 5 |
| 3% | .106 | 5 |
| 4% | .142 | 5 |

Los porcentajes presentados se dan de acuerdo al peso de la masa de un tabique en estados fresco el cual corresponde a 3.550 Kg.



Figura 4.7 Mezcla de tabique en estado fresco.

(Autor Propio)

Como se muestra en la tabla se elaboraron 5 piezas por cada prototipo, cabe mencionar que no se alteró ningún material ni proceso de elaboración por la tabiquera Zamora en la preparación de la masa, puesto que el Sulfato de Calcio solo se agregó como aditivo.

4.4 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PIEZA

El proceso de elaboración del tabique del municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, es relativamente el mismo que el del tabique convencional, la única diferencia es que en el proceso de preparación de la mezcla se adiciona los porcentajes de sulfato de calcio.

- a) Se utiliza la masa del tabique convencional y se ocupa solo una porción de tabique es estado fresco para después colocarlo en la carretilla.



Figura 4.8 Mezcla colocado en la carretilla.

(Autor propio)

b) Teniendo la masa en la carretilla se procede a dosificar el sulfato de calcio.



Figura 4.9 Dosificación del Sulfato de Calcio.

(Autor propio)

c) Después de haber realizado todas las dosificaciones y colocarlas en un recipiente, estas se añaden en la masa, para continuar con la homogenización de los materiales, mediante ese proceso la masa va adquiriendo ciertas consistencias que lo hacen diferente del tabique convencional, para verificar que la masa estaba lista, está no debía contener grumos de materiales.

d) Posteriormente de la homogenización de la mezcla, se procede a colocar la masa en el molde, este molde se humedece antes de colocar las piezas, y se percata que el



Figura 4.10 Adición de sulfato de calcio a la masa.

(Autor propio)



Figura 4.11 Homogenización de los materiales incluyendo sulfato de calcio.

(Autor propio)

patio donde se colocarán las piezas se encuentre libre de material orgánico para evitar que la calidad de las piezas se altere.



Figura 4.12 Colocación de la masa con sulfato de calcio.

(Autor propio)

e) A continuación se colocaron las piezas de tabiques frescas en el patio.



Figura 4.13 Tabiques con 1%, 2%, 3% y 4%, de Sulfato de Calcio.

(Autor propio)

f) Antes de colocar las piezas al horno se percata que estos se encuentren secos, después de ello los tabiques se colocan en el horno y se dejan durante dos días, al finalizar se sacan y se dejan en el patio durante 3 días.



Figura 4.14 Horno para cocción de tabiques con sulfato de calcio.

(Autor propio)



Figura 4.15 Resultado del proceso de elaboración del tabique rojo recocido incorporando sulfato de calcio.

(Autor propio)

CAPITULO 5. RESULTADOS



Figura 5.1 Cálculo para obtener resultados

(Autor propio)

Para obtener los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del tabique rojo recocido incorporando sulfato de calcio en la tabiquera Zamora de la zona Medellín de Bravo, Veracruz, se realizaron pruebas en base a las normas mexicanas y así mismo se obtuvo los datos de la arcilla, arena y de las piezas de tabique. Así mismo se realizó una comparativa de la tabiquera Ortega del municipio de San Rafael y la tabiquera Zamora de la zona de Medellín de Bravo.

5.1 RESULTADOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARCILLA

La tabla 5.1 muestra los resultados de las pruebas realizada a la arcilla.

Tabla 5.1 Resultados de la caracterización de la arcilla

| PRUEBA | NORMA | TABIQUERA ORTEGA | TABIQUERA ZAMORA |
|--------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| Limite liquido | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 56.70 | 33.65 |
| Limite plástico | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 42.50 | 19.53 |
| Índice de plasticidad | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 14.20 | 14.12 |
| Granulometría por lavado | NMX-C-084-ONNCCE-2018 | Anexo 9 | Anexo 10 |

La arcilla que se utiliza en la tabiquera Ortega de la región de San Rafael, Veracruz es tipo MH o OH Limo de alta compresibilidad, así como la arcilla que se utiliza en la tabiquera Zamora de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz es tipo CL arcilla de baja compresibilidad, con respecto al SUCS, los procesos de obtención de los resultados se encuentran en el anexo del 1 al 8, el cual muestra el proceso de operación de las pruebas, para obtener los resultados.

5.2 RESULTADOS APLICADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LA ARENA

La tabla 5.2 contiene los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a la Arena.

Tabla 5.2 Resultados de la caracterización de la arena

| PRUEBA | NORMA | TABIQUERA ORTEGA | TABIQUERA ZAMORA |
|------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Peso volumétrico seco suelto | NMX-C-073-ONNCCE-2004 | 0.88 gr/cm ³ | 1.53 gr/cm ³ |
| Granulometría | NMX-C-077-ONNCCE | Anexo 17 | Anexo 18 |
| Módulo de finura | NMX-C-077-ONNCCE | 2.175 | 1.725 |
| Absorción | NMX-C-165-ONNCCE-2014 | 1.01% | 0.84% |
| Densidad | NMX-C-165-ONNCCE-2014 | 1.15 gr/cm ³ | 1.28 gr/cm ³ |

Tabla 5.3 Coeficiente de la arena de la tabiquera Ortega

| | |
|------------------------------------|------|
| C_u (Coeficiente de Uniformidad) | 2.66 |
| C_c (Coeficiente de curvatura) | 0.80 |

Tabla 5.4 Coeficiente de la arena de la tabiquera Zamora

| | |
|------------------------------------|------|
| C_u (Coeficiente de Uniformidad) | 2.58 |
| C_c (Coeficiente de curvatura) | 1.04 |

La arena es tipo SP arena mal graduada, con respecto al SUCS, los procesos de obtención de los resultados se encuentran en este anexo, el cual muestra el proceso de operación de las pruebas.

5.3 RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO.

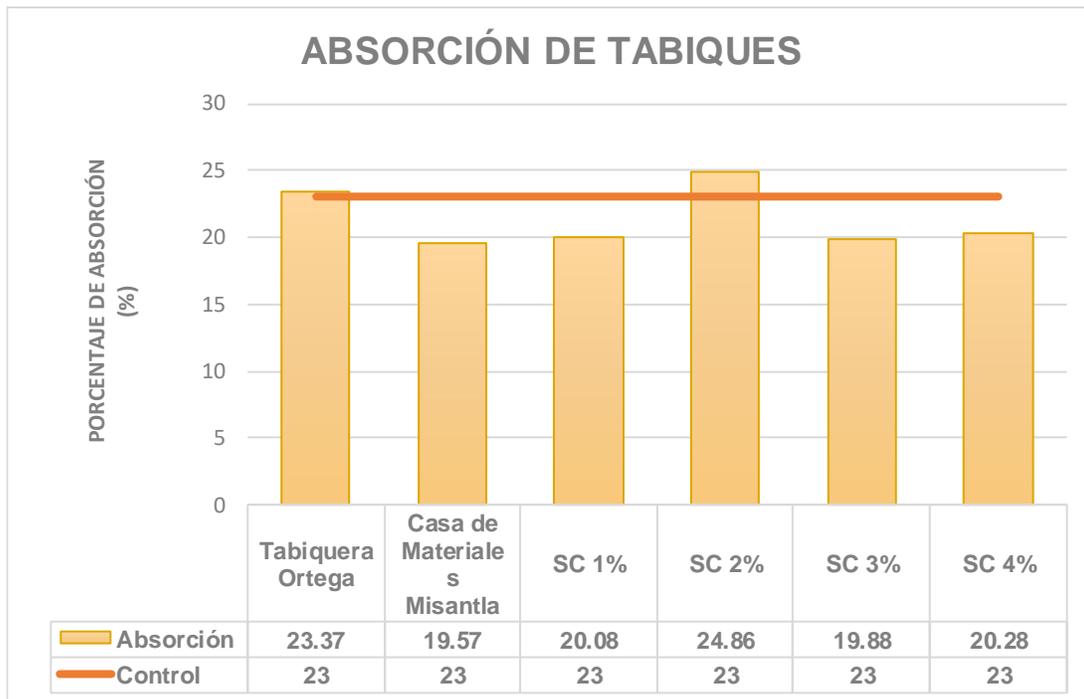
Para la obtención de los resultados se analizaron piezas que pertenecen a la tabiquera Ortega de San Rafael, Veracruz, tabiquera Zamora de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz, y de la casa de Material “La providencia”, Misantla, Veracruz; a estas piezas se le realizaron las siguientes pruebas.

- Absorción (NMX-C-037-ONNCCE-2013)
- Dimensionamiento (NMX-C-038-ONNCCE-2004)
- Resistencia a la compresión (NMX-C-036-ONNCCE-2013)

5.3.1 ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS

En la gráfica 5.3 se muestran los resultados de absorción de las piezas.

Gráfica 5.3 Resultados de la absorción de las piezas de tabique



En la gráfica se observa los tipos de absorciones de los tabiques de San Rafael, Misantla, así como los tabiques con los distintos porcentajes con sulfato de calcio, la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013 determina que la absorción óptima para un tabique

es del 23%, en esta gráfica se pudo observar que los tabiques de Misantla, tabiques con 1%, 3%, 4% de sulfato de calcio, no sobrepasan el control óptimo de absorción que determina la norma, así como se percató que el tabique de San Rafael y el tabique con 2% de sulfato de calcio contaron con una mejor absorción sobrepasando el 23% que determina la norma.

5.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS PIEZAS

En base a la norma NMX-C-036-ONNCCE-2004 se realizaron los cálculos para obtener el dimensionamiento de los ensayos, en la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos obtenidos del dimensionamiento de las piezas de tabique rojo recocido analizadas, en el apartado de los anexos de muestran los resultados detallados de la prueba de dimensionamiento para piezas, así mismo se encuentra los resultados de las piezas de tabique rojo recocido incorporando sulfato de calcio.

Tabla 5.5 Resultados de los dimensionamientos de las piezas de tabique

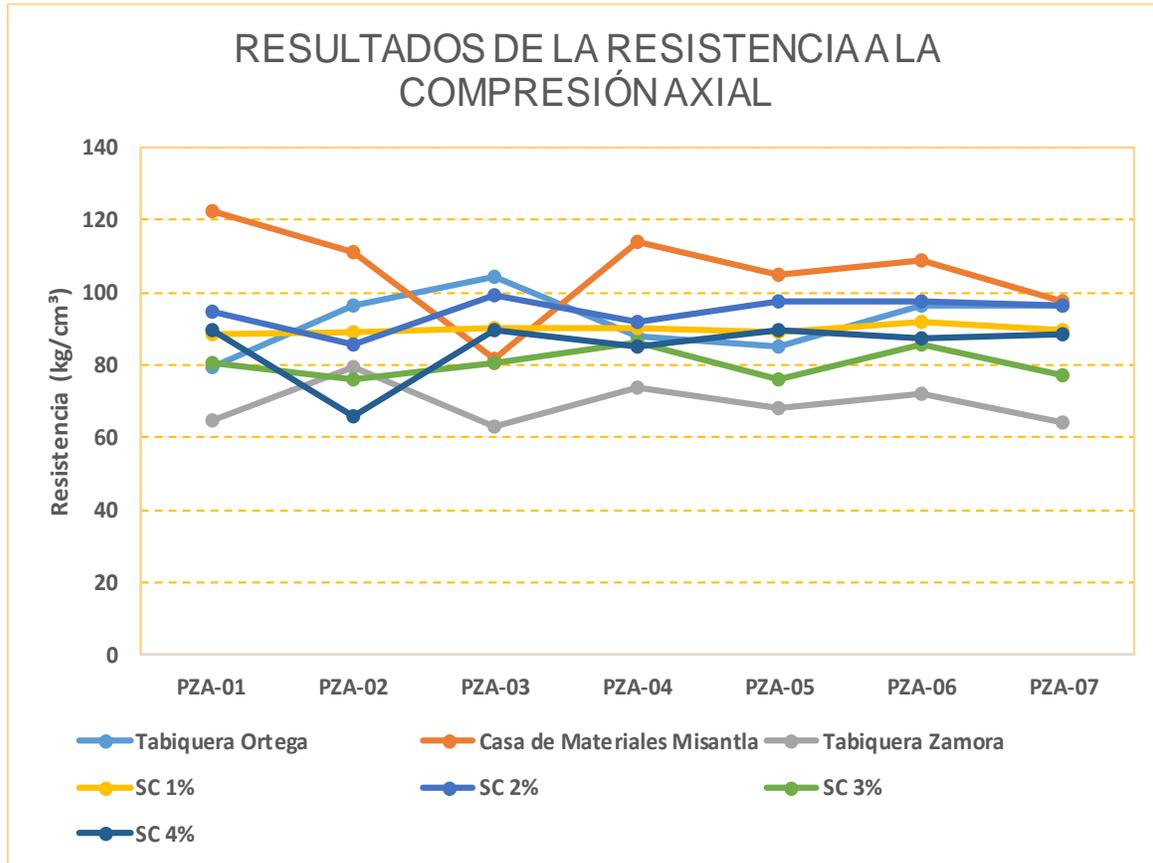
| DIMENSIONAMIENTO DE LAS PIEZAS DE TABIQUE | | | | |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|--|
| Pieza | Largo (cm) | Ancho (cm) | Espesor (cm) | Área de la tabla (cm²) |
| Tabique Control | 19.00 | 10.00 | 5.00 | 190 |
| Tabiquera Ortega | 26.52 | 13.17 | 4.86 | 349.27 |
| Casa de Materiales Misantla | 27.21 | 13.51 | 5.14 | 367.61 |
| Tabiquera Zamora | 23.19 | 12.26 | 5.26 | 284.31 |
| SC 1% | 22.69 | 12.29 | 5.23 | 278.86 |
| SC 2% | 22.86 | 12.29 | 5.29 | 280.95 |
| SC 3% | 22.84 | 12.29 | 5.35 | 280.70 |
| SC 4% | 22.75 | 12.34 | 5.28 | 280.74 |

5.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Resistencia a la compresión axial.

En la gráfica 5.4 se muestran los resultados a la compresión axial.

Gráfica 5.4 Resultados de la compresión axial de las piezas de tabique

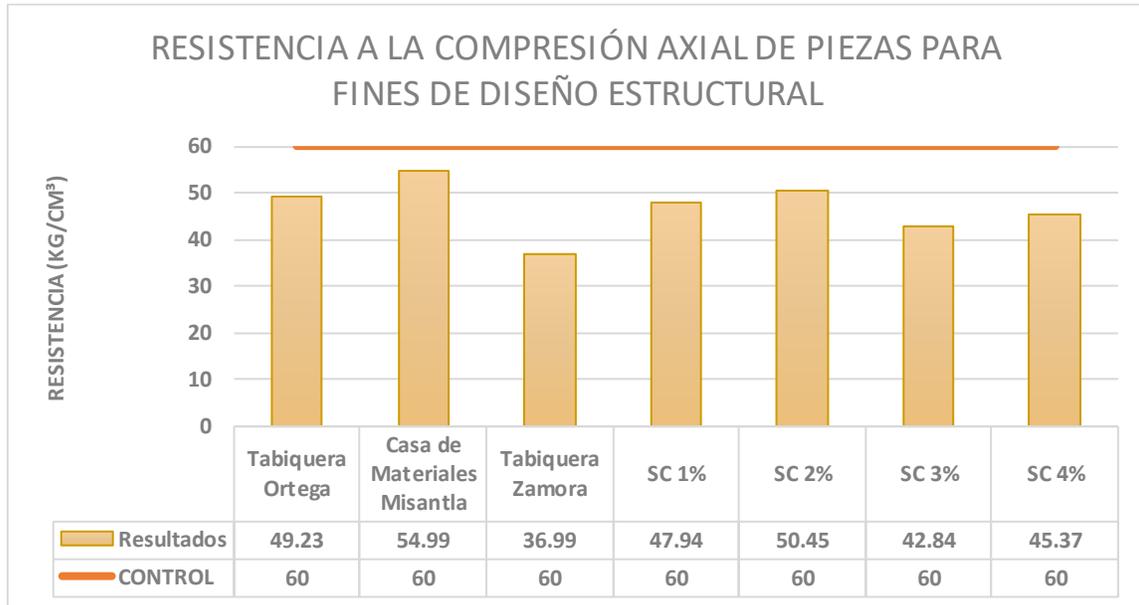


En la siguiente grafica se presenta una comparativa de los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión axial a las piezas de tabique de San Rafael, Misantla, Medellín de Bravo, y el prototipo incorporando sulfato de calcio en los porcentajes del 1%, 2%, 3% y 4%.

En la gráfica se observa que los tabiques convencionales de la casa de Materiales de Misantla, tiene una mayor resistencia axial con respecto a los tabiques convencionales de San Rafael, Medellín de Bravo, así como los tabiques incorporando sulfato de calcio, también se observó que entre más porcentaje de sulfato de calcio contenía el tabique su resistencia era más carente.

- Resistencia a la compresión axial para fines de diseño estructural.

Gráfica 5.5 Resultados de la resistencia a la compresión axial a las piezas para fines de diseño estructural



En la gráfica se muestra que las piezas de la tabiquera Ortega de San Rafael, Veracruz, las de la casa de Material de Misantla, Veracruz, las tabiquera Zamora de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz, así como los prototipos incorporando sulfato de calcio en los porcentajes 1%, 2%, 3% y 4%, no cumplen con lo estipulado en la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012 para fines de diseño estructural.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Figura 6.1 Proceso de elaboración de prototipo terminado.

(Autor propio)

6.1 CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó una comparativa en la fabricación del tabique rojo recocido convencional, analizando dos tabiqueras, una ubicada en la zona de San Rafael, Ver. y otra en la zona de Medellín de Bravo, Ver. Con la finalidad de analizar las materias primas del tabique, así como los procesos de fabricación en cada una de ellas. Para el proceso de tabique rojo recocido adicionando sulfato de calcio, se emplearon los materiales de la tabiquera Zamora de Medellín de Bravo, Veracruz, para obtener los resultados de las propiedades físicas y mecánicas.

Al tabique convencional de la zona de Medellín de Bravo se le añadió Sulfato de calcio, el cual contiene propiedades favorables para los materiales que componen la mezcla del tabique, pero debido al proceso de elaboración de tabique en la Zona mencionada, estas propiedades son afectadas, y no logran funcionar de una manera óptima.

Se observó que las piezas incorporando sulfato de calcio del 1%, 2%, 3% y 4% si lograron un incremento de resistencia a la compresión, más que el tabique convencional de la tabiquera Zamora, su resistencia promedio fue del 36.99 kg/cm² y los prototipos obtuvieron hasta un incremento de resistencia de 13.46 kg/cm² más que la pieza convencional de la tabiquera Zamora, aunque las piezas que obtuvieron una mejor resistencia a la compresión fueron los de la casa de materiales de Misantla, obteniendo un resultado del 54.99 kg/cm².

Concluyendo con la hipótesis planteada, esta no se cumple debido a que los parámetros establecidos en la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012 no se cumplieron, recordando que lo esperado era que el tabique rojo recocido de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz incorporado con sulfato de calcio obtuviera mejores propiedades físicas y mecánicas en comparativa con el tabique rojo recocido de la zona de Medellín de Bravo, Veracruz, el tabique rojo recocido de la región de San Rafael, Veracruz.

La mezcla más favorable del 1%, 2%, 3% y 4% incorporando sulfato de calcio, fue el prototipo del 2%, el cual obtuvo características aproximadas a la resistencia de la compresión axial para fines de diseño estructural.

6.2 RECOMENDACIONES

Para futuras líneas de investigación se recomiendan los siguientes puntos:

- Realizar visitas a distintas tabiquerías para comparar y analizar el proceso de fabricación de las piezas.
- Analizar y caracterizar las materias primas de las piezas de tabique, para obtener un resultado certero del tipo de material que es.
- Ejecutar un estudio químico al material que será adicionado, para obtener una perspectiva de cómo se comportará el material con la mezcla de tabique.
- Realizar todas las pruebas correspondientes a las materias primas en laboratorios para obtener resultados certeros.
- Ejecutar porcentajes de dosificaciones de sulfato de calcio incluyendo un material extra que se complemente tanto en la mezcla como con el sulfato de calcio, puesto que este material contiene propiedades como adherirse a materiales porosos, buena resistencia al fuego, entre otros, los cuales podrían cumplir los parámetros de las normas.
- Supervisar que el área de trabajo se encuentre limpia y libre de desechos orgánicos, pues no es conveniente que la masa lleve algún desecho que pueda modificar su consistencia, resistencia o en todo caso su forma.
- Realizar un estudio de análisis económico del proceso de elaboración de la pieza y evaluar como impactaría su venta en el mercado.
- Para finalizar, seguir investigando e innovando las piezas de tabique para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas en el ámbito artesanal y así mismo, dar una mejor calidad de materiales para la construcción.

ANEXOS

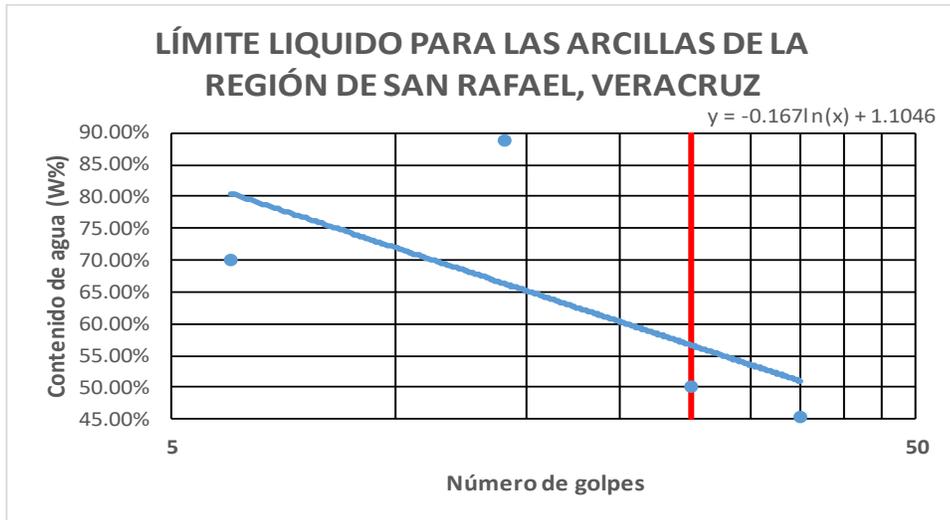
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PARA LA ARCILLA

ANEXO 1: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LIMITE LIQUIDO A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ORTEGA



| LÍMITE LIQUIDO PARA LAS ARCILLAS DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | | | | |
|---|--|----------------------------------|--------------------------------|---|--------------------|------------------------|
| Obra | Tabiquera Ortega | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-493-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | | |
| Fecha | 20 de Abril del 2019 | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | |
| Número de golpes | Tara (gr) | Masa de tara + suelo húmedo (gr) | Masa de tara + suelo seco (gr) | Masa de agua (gr) | Masa de suelo seco | Contenido de agua (W%) |
| 6 | 24 | 41 | 34 | 7 | 10 | 70.00% |
| 14 | 24 | 43 | 33 | 8 | 9 | 88.89% |
| 25 | 24 | 42 | 36 | 6 | 12 | 50.00% |
| 35 | 24 | 40 | 35 | 5 | 11 | 45.45% |

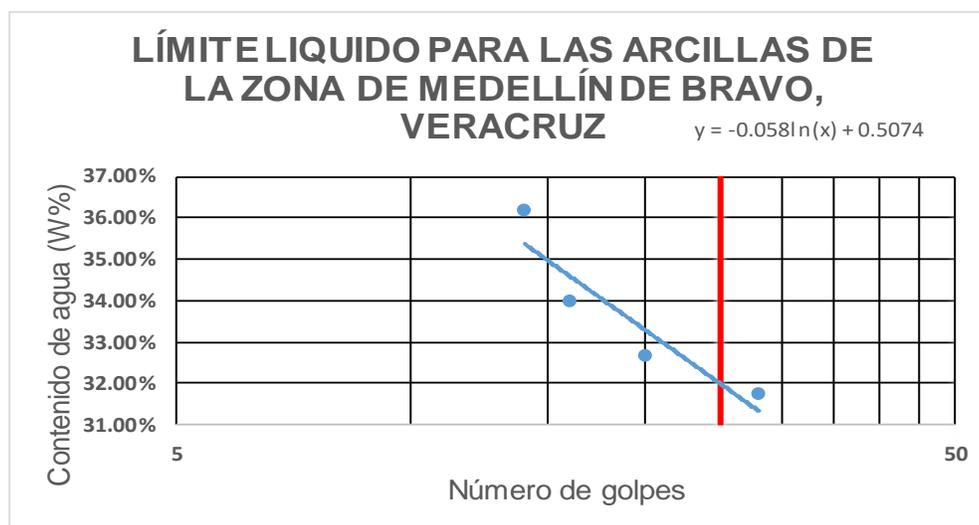
ANEXO 2: GRÁFICO DE LIMITE LIQUIDO DE LA ARCILLA A LA TABIQUERA ORTEGA



ANEXO 3: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LIMITE LIQUIDO A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ZAMORA

| LÍMITE LIQUIDO PARA LAS ARCILLAS DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|--------------------------------|---|--------------------|------------------------|
| Obra | Tabiquera Zamora | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-493-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | | |
| Fecha | 29 de Noviembre del 2020 | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | |
| Número de golpes | Tara (gr) | Masa de tara + suelo húmedo (gr) | Masa de tara + suelo seco (gr) | Masa de agua (gr) | Masa de suelo seco | Contenido de agua (W%) |
| 14 | 38.40 | 51.20 | 47.80 | 3.40 | 9.40 | 36.17% |
| 16 | 39.20 | 53.00 | 49.50 | 3.50 | 10.30 | 33.98% |
| 20 | 37.30 | 50.70 | 47.40 | 3.30 | 10.10 | 32.67% |
| 28 | 37.30 | 51.40 | 48.00 | 3.40 | 10.70 | 31.78% |

ANEXO 4: GRÁFICO DE LIMITE LIQUIDO DE LA ARCILLA A LA TABIQUERA ZAMORA



ANEXO 5: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LIMITE PLÁSTICO A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ORTEGA

| LÍMITE PLÁSTICO PARA LAS ARCILLAS DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------|---|--------------------|------------------------|
| Obra | Tabiguera Ortega | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-493-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | | |
| Fecha | 20 de Abril del 2019 | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | |
| Muestra No: | Masa tara + suelo húmedo (gr) | Masa tara + suelo seco (gr) | Masa de agua (gr) | Tara (gr) | Masa de suelo seco | Contenido de agua (W%) |
| 1 | 31 | 29 | 2 | 24 | 5 | 40 |
| 2 | 33 | 30 | 3 | 24 | 6 | 50 |
| 3 | 31 | 29 | 2 | 24 | 5 | 40 |
| 4 | 31 | 29 | 2 | 24 | 5 | 40 |

ANEXO 6: RESULTADOS DE LA PRUEBA LIMITE PLÁSTICO A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ZAMORA

|  | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-----------------------------|---|--------------------|------------------------|
| LÍMITE PLÁSTICO PARA LAS ARCILLAS DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ | | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-493-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | | |
| Fecha | 29 de Noviembre del 2020 | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | |
| Muestra No: | Tara (gr) | Masa tara + suelo humedo (gr) | Masa tara + suelo seco (gr) | Masa de agua (gr) | Masa de suelo seco | Contenido de agua (W%) |
| 31 | 40.70 | 37.80 | 42.20 | 0.30 | 1.50 | 20.00 |
| 99 | 38.30 | 40.80 | 40.40 | 0.44 | 2.10 | 19.00 |

ANEXO 7: RESULTADOS FINALES DE LIMITES DE CONSISTENCIA A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ORTEGA

| PRUEBA | NORMA | TABIQUERA ORTEGA |
|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Limite liquido | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 56.70 |
| Limite plástico | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 42.50 |
| Índice de plasticidad | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 14.20 |

ANEXO 8: RESULTADOS FINALES DE LIMITES DE CONSISTENCIA A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ZAMORA

| PRUEBA | NORMA | TABIQUERA ZAMORA |
|-----------------------|-----------------------|------------------|
| Limite liquido | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 33.65 |
| Limite plástico | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 19.53 |
| Índice de plasticidad | NMX-C-493-ONNCCE-2018 | 14.12 |

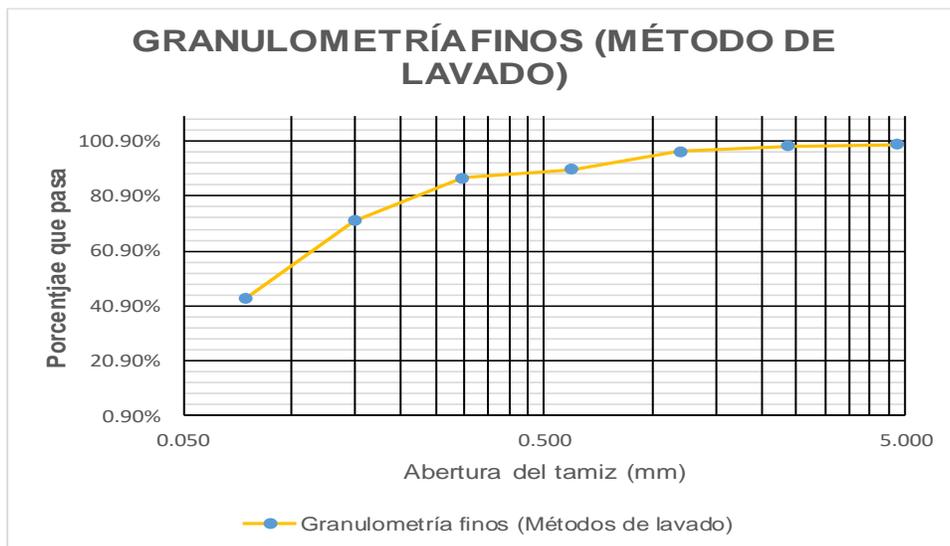
ANEXO 9: RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ORTEGA

|  | | | | | |
|--|--|------------------------|------------------|---|----------------------|
| GRANULOMETRÍA PARA ARCILLAS DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | | | |
| Obra | Tabiguera Ortega | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-084-ONNCCE-2018 | |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | |
| Fecha | 20 de Abril del 2019 | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | |
| Malla Tamiz | Abertura (mm) | Material Retenido (gr) | Material Parcial | % Material que pasa | % Retenido Acumulado |
| N° 4 | 4.750 | 4 | 0.40% | 99.60% | 0.40% |
| N° 8 | 2.380 | 4 | 0.40% | 99.20% | 0.80% |
| N° 16 | 1.190 | 21 | 2.10% | 97.10% | 2.90% |
| N° 30 | 0.595 | 66 | 6.60% | 90.50% | 9.50% |
| N° 50 | 0.297 | 31 | 3.10% | 87.40% | 12.60% |
| N° 100 | 0.149 | 155 | 15.50% | 71.90% | 28.10% |
| N° 200 | 0.074 | 284 | 28.40% | 43.50% | 56.50% |
| Charola | | 435 | 43.50% | 0.00% | 100.00% |
| SUMA | | 1000 | 100.00% | | |

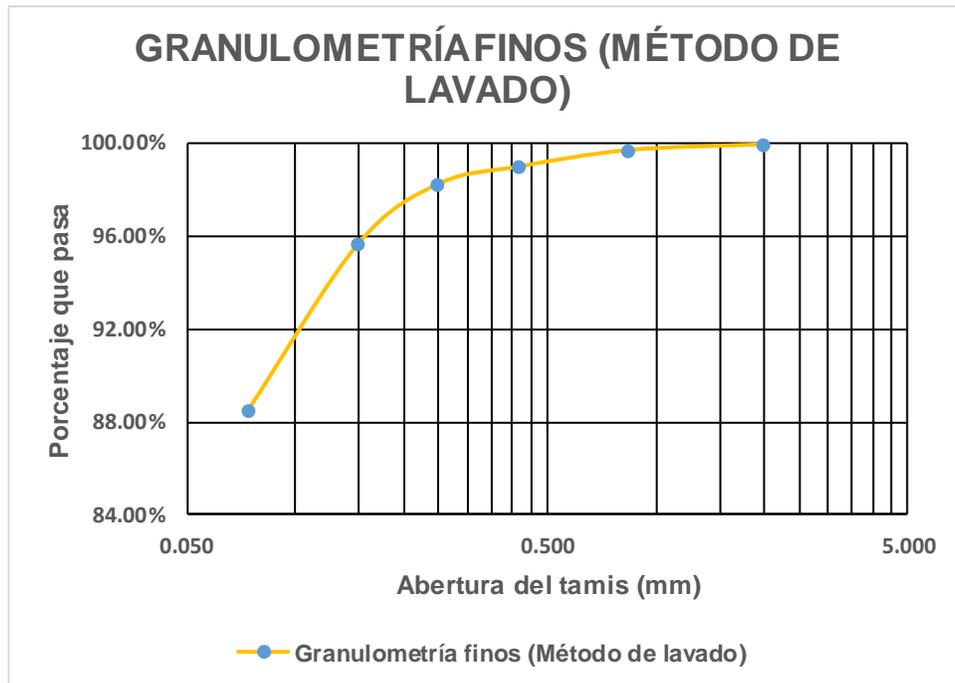
ANEXO 10: RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA A LA ARCILLA DE LA TABIQUERA ZAMORA

|  | | | | | |
|--|--|------------------------|------------------|---|----------------------|
| GRANULOMETRÍA PARA ARCILLAS DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-084-ONNCCE-2018 | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | |
| Sonde No: | 1 | Prueba No. | 1 | | |
| Muestra No: | 1 | Profundidad | 1.5 m | | |
| Descripción: | Arcilla color marrón, con olor a humedad. | | | | |
| Fecha | 29 de Noviembre del 2020 | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | |
| Malla Tamíz | Abertura (mm) | Material Retenido (gr) | Material Parcial | % Material que pasa | % Retenido Acumulado |
| N° 10 | 2.000 | 0.1 | 0.05% | 99.95% | 0.05% |
| N° 20 | 0.840 | 0.5 | 0.25% | 99.70% | 0.30% |
| N° 40 | 0.420 | 1.4 | 0.70% | 99.00% | 1.00% |
| N° 60 | 0.250 | 1.5 | 0.75% | 98.25% | 1.75% |
| N° 100 | 0.149 | 5.2 | 2.60% | 95.65% | 4.35% |
| N° 200 | 0.074 | 14.3 | 7.15% | 88.50% | 11.50% |
| Charola | | 177 | 88.50% | | 100.00% |
| SUMA | | 200 | 100.00% | | |

ANEXO 11: GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA TABIQUERA ORTEGA



ANEXO 12: GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA TABIQUERA ZAMORA



ANEXO 13: PORCENTAJE DE AGREGADOS TABIQUERA ORTEGA

| PORCENTAJE DE AGREGADOS TABIQUERA ORTEGA | |
|---|--------|
| Gravas | 0.00% |
| Arenas | 56.50% |
| Finos | 43.50% |
| Total | 100% |

ANEXO 14: PORCENTAJE DE AGREGADOS TABIQUERA ZAMORA

| PORCENTAJE DE AGREGADOS TABIQUERA ZAMORA | |
|---|---------|
| Gravas | 0.00% |
| Arenas | 11.50% |
| Finos | 88.50% |
| Total | 100.00% |

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LA ARENA

ANEXO 15: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PESOS VOLUMÉTRICO SECO SUELTO (PVSS) DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ORTEGA

Características del molde proctor

Diámetro = 10.23 cm = 0.1023 m

Altura = = 11.60 cm = 0.1160 m

Volumen del molde proctor

$$V = A * h$$

Donde

$V = \text{Volumen del molde proctor en } m^3$

$A = \text{Área del molde proctor en } m^2$

$h = \text{Altura del molde proctor en } m$

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \pi * (5.115)^2$$

$$A = 82.2cm^2 \approx 0.00822m^2$$

$$h = 11.6 cm \approx 0.116 m$$

$$V = 0.00822m^2 * 0.1160m = 0.00095m^3$$

$$PVSS = \frac{(4.38kg) - (3.54kg)}{0.00095m^3}$$

$$PVSS = 884.21 \text{ Kg}/m^3 \approx .88 \text{ gr}/cm^3$$

ANEXO 16: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PESOS VOLUMÉTRICO SECO SUELTO (PVSS) DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ZAMORA

|  | | | |
|---|--|------|------|
| PESO VOLUMETRICO SECO SUELTO DE LAS ARENAS DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | |
| Fecha | 25 de Noviembre del 2020 | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | |
| DATOS | | | |
| Tara | 1 | 2 | 3 |
| Peso del molde + suelo (gr) | 197 | 198 | 197 |
| Peso del molde (gr) | 44 | 44 | 44 |
| Volumen del molde (gr) | 100 | 100 | 100 |
| Peso del suelo (gr) | 153 | 154 | 153 |
| Peso volumetrico seco suelto (gr) | 1.53 | 1.54 | 1.53 |
| Peso volumetrico seco promedio (gr) | 1.53 | | |

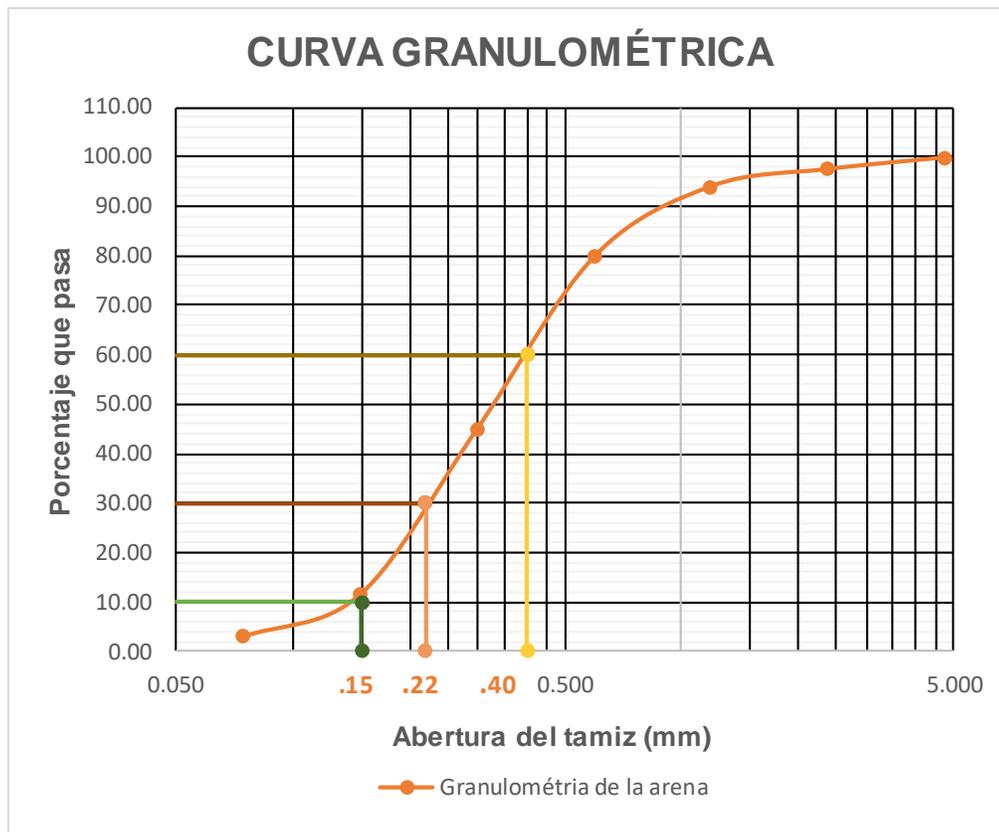
ANEXO 17: RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA A LA ARENA DE LA TABIQUERA ORTEGA

|  | | | | | |
|--|--|------------------------|---|----------------------|---------------------|
| GRANULOMETRÍA PARA ARENAS DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-084-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | san Rafael, Veracruz | | | | |
| Fecha | 26 de Abril del 2019 | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | |
| Malla Tamíz | Abertura (mm) | Material Retenido (gr) | Material Parcial | % Retenido Acumulado | % Material que pasa |
| N° 4 | 4.750 | 2 | 0.22 | 0.22 | 99.78 |
| N° 8 | 2.380 | 21 | 2.35 | 2.57 | 97.43 |
| N° 16 | 1.190 | 31 | 3.46 | 6.03 | 93.97 |
| N° 30 | 0.595 | 127 | 14.19 | 20.22 | 79.78 |
| N° 50 | 0.297 | 312 | 34.86 | 55.08 | 44.92 |
| N° 100 | 0.149 | 298 | 33.30 | 88.38 | 11.62 |
| N° 200 | 0.074 | 77 | 8.60 | 96.98 | 3.02 |
| CHAROLA | | 27 | 3.02 | 100 | 0.00% |
| SUMA | | 895 | 100.00 | | |

ANEXO 18: RESULTADOS DE LA GRANULOMETRÍA A LA ARENA DE LA TABIQUERA ZAMORA

|  | | | | | |
|--|--|------------------------|---|----------------------|---------------------|
| GRANULOMETRÍA PARA ARENAS DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | Normatividad aplicada en la obtención de los límites de consistencia. NMX-C-084-ONNCCE-2018 | | |
| Localización | Medellin de Bravo, Veracruz | | | | |
| Fecha | 29 de Noviembre del 2020 | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | |
| Malla Tamíz | Abertura (mm) | Material Retenido (gr) | Material Parcial | % Retenido Acumulado | % Material que pasa |
| N° 10 | 2.000 | 0,0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N° 20 | 0.840 | 2.7 | 1.35 | 1.35 | 98.65 |
| N° 40 | 0.420 | 82.8 | 41.40 | 42.75 | 57.25 |
| N° 60 | 0.250 | 69.7 | 34.85 | 77.60 | 22.40 |
| N° 100 | 0.149 | 36.4 | 18.20 | 95.80 | 4.20 |
| N° 200 | 0.074 | 5.4 | 2.70 | 98.50 | 1.50 |
| Charola | | 3 | 1.50 | 100.00 | 0.00% |
| SUMA | | 200 | 100.00 | | |

ANEXO 19: GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA TABIQUERA ORTEGA



$$D_{10} = 0.15$$

$$D_{30} = 0.22$$

$$D_{60} = 0.40$$

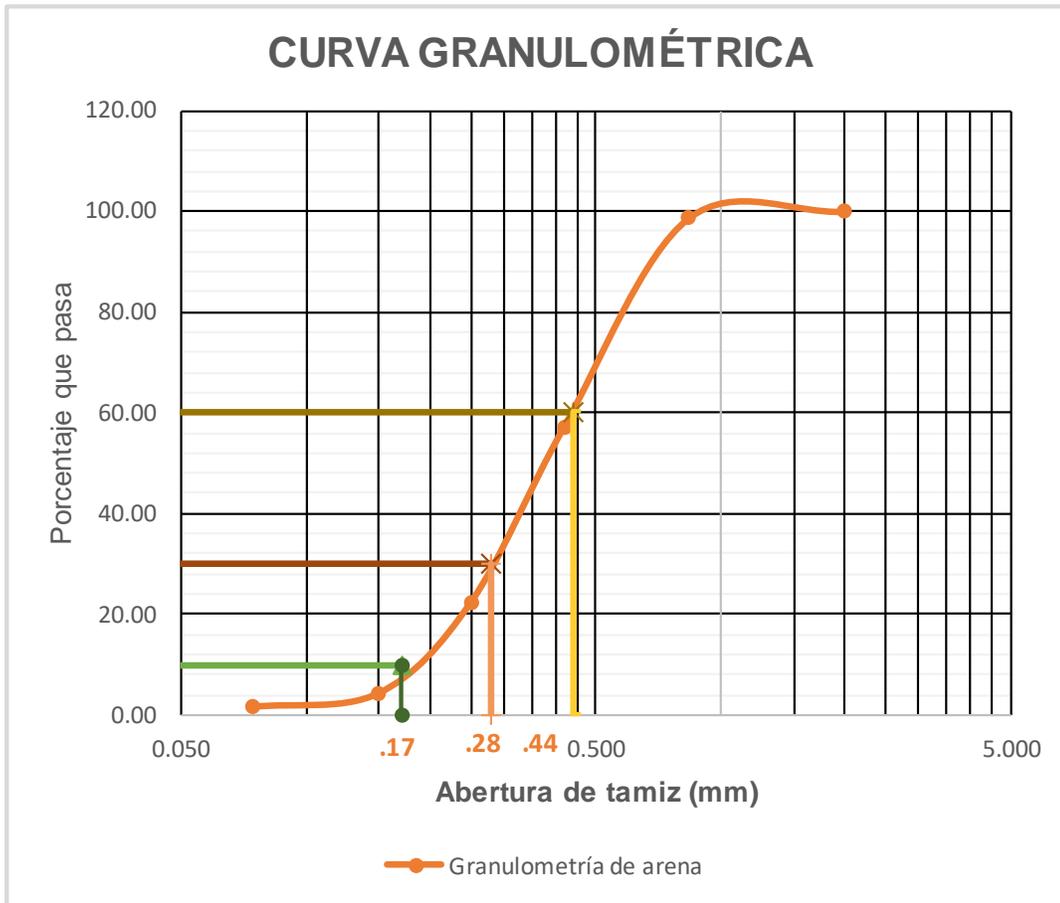
Coefficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.40}{0.15} = 2.66$$

Coefficiente de curvatura

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} = \frac{(0.22)^2}{0.15 * 0.40} = 0.80$$

ANEXO 20: GRÁFICO DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA TABIQUERA ZAMORA



$$D_{10} = 0.17$$

$$D_{30} = 0.28$$

$$D_{60} = 0.44$$

Coefficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.44}{0.17} = 2.58$$

Coefficiente de curvatura

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} = \frac{(0.28)^2}{0.17 * 0.44} = 1.04$$

ANEXO 21: MÓDULO DE FINURA Y TIPO DE ARENA DE LA TABIQUERA ORTEGA

$$Mf = \frac{\sum \%retenido\ acumulado}{100}$$

$$Mf = \frac{1.35 + 42.75 + 77.60 + 95.80}{100} \quad \mathbf{Mf = 2.175}$$

ANEXO 22: MÓDULO DE FINURA Y TIPO DE ARENA DE LA TABIQUERA ZAMORA

$$Mf = \frac{\sum \%retenido\ acumulado}{100}$$

$$Mf = \frac{0.22 + 2.57 + 6.03 + 20.22 + 55.08 + 88.38}{100} \quad \mathbf{Mf = 1.725}$$

ANEXO 23: DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ORTEGA



| DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE ARENAS ARENAS DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | |
|--|--|--|-----------------------|
| Obra | Tabiquera Ortega | Normatividad aplicada en la obtención de la densidad y absorción en arenas NMX-C-165-ONNCCE-2014 | |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | |
| Fecha | 26 de Abril del 2019 | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | |
| DATOS | | | |
| Peso (agua + matraz chapman) | 482 gr | $w = \frac{\text{peso del agua absorbida}}{\text{peso de la muestra seca}} * 100$ | |
| Peso (matraz chapman + agua + agregado) | 977 gr | $D = \frac{\text{peso del material seco}}{\text{volumen desalojado}}$ | |
| Material seco suelto | 500 gr | $D = \frac{500}{432}$ | 1.157 |
| Peso del material seco | 495 gr | 500 - 495 = 5 | |
| Elevación | 432 | $w = \frac{5}{495} * 100$ | w = 1.01010101 |

ANEXO 24: DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE LA ARENA DE LA TABIQUERA ZAMORA

| DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE ARENAS DE LA ZONA DE MEDELLIN DE BRAVO, VERACRUZ | | | |
|--|--|--|----------|
| Obra | Tabiguera Zamora | Normatividad aplicada en la obtención de la densidad y absorción en arenas NMX-C-165-ONNCCE-2014 | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | |
| Fecha | 30 de Noviembre del 2020 | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | |
| DATOS | | | |
| Peso material seco | 500 gr | $w = \frac{\text{peso del agua absorbida}}{\text{peso de la muestra seca}} * 100$ | |
| Volumen Desalojado | 392 gr | $D = \frac{\text{peso del material seco}}{\text{volumen desalojado}}$ | |
| Peso muestra + agua de absorción | 300 gr | $D = \frac{500}{392}$ | 1.28 |
| Peso muestra seca | 297.5 gr | $w = \frac{2.5}{297.5} * 100$ | w = 0.84 |
| Peso del agua | 2.5 | D=1.28 | W=0.84 |

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LA PIEZAS DE TABIQUE

ANEXO 25: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA TABIQUERA ORTEGA DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ

|  | | | | | | | | |
|---|---|---------|---------|--|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS A LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUERA ORTEGA DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ | | | | | | | | |
| Obra | Tabiguera Ortega | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- Mariela Reyes Vazquez. | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocido convencional de la tabiguera Ortega. | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PTO-01 | PTO-02 | PTO-03 | PTO-04 | PTO-05 | PTO-06 | PTO-07 |
| | Largo (cm) | 26.60 | 26.73 | 26.00 | 26.30 | 26.60 | 26.57 | 26.87 |
| | Ancho (cm) | 13.50 | 13.07 | 13.00 | 12.93 | 13.13 | 13.27 | 13.3 |
| | Espesor (cm) | 4.80 | 4.87 | 4.73 | 4.97 | 4.73 | 4.93 | 5.0 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 359.10 | 349.32 | 338.00 | 340.15 | 349.35 | 352.45 | 356.43 |
| | Peso (gr) | 2427.00 | 2396.00 | 2401.00 | 2438.00 | 2482.00 | 2524.00 | 2490 |
| | Volumen (cm ³) | 1723.68 | 1700.00 | 1599.87 | 1689.40 | 1653.57 | 1738.76 | 1782.16 |
| Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.41 | 1.41 | 1.50 | 1.44 | 1.50 | 1.45 | 1.40 | |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 28490 | 33620 | 35330 | 29910 | 29740 | 33980 | 34430 |
| | Resistencia de diseño referido a el área $f_p = \text{kg/cm}^2$ | 79.34 | 96.25 | 104.53 | 87.93 | 85.13 | 96.41 | 96.60 |

ANEXO 26: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA CASA DE MATERIALES DE MISANTLA, VERACRUZ

|  | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|---------|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS A LOS TABIQUES DE LA CASA DE MATERIAL "LA PROVIDENCIA" | | | | | | | | | | | |
| Casa de material | "La Providencia" | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | | | | |
| Localización | Misantla, Veracruz | | | | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez | | | | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocido convencional de la casa de material "La Providencia" | | | | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PTM-01 | PTM-02 | PTM-03 | PTM-04 | PTM-05 | PTM-06 | PTM-07 | PTM-08 | PTM-09 | PTM-10 |
| | Largo (cm) | 26.57 | 26.63 | 26.70 | 26.57 | 26.67 | 28.00 | 27.87 | 27.53 | 27.73 | 27.87 |
| | Ancho (cm) | 13.40 | 13.20 | 13.40 | 13.30 | 13.27 | 14.00 | 13.43 | 13.80 | 13.73 | 13.53 |
| | Espesor (cm) | 5.00 | 5.20 | 5.13 | 5.07 | 5.20 | 4.93 | 5.10 | 5.47 | 5.10 | 5.17 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 355.99 | 351.56 | 357.78 | 353.34 | 353.78 | 392.00 | 374.34 | 379.96 | 380.87 | 377.13 |
| | Peso (gr) | 2520.00 | 2555.00 | 2550.00 | 2460.00 | 2555.00 | 2790.00 | 2540.00 | 2870.00 | 2710.00 | 2645.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1779.97 | 1828.11 | 1836.60 | 1790.24 | 1839.64 | 1933.87 | 1909.15 | 2077.11 | 1942.44 | 1948.50 |
| | Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.42 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.39 | 1.44 | 1.33 | 1.38 | 1.40 | 1.36 |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 43570 | 39170 | 29210 | 40190 | 37060 | 42640 | 36600 | 39250 | 37240 | 33740 |
| | Resistencia de diseño referido a el área $f_p = \text{kg/cm}^2$ | 122.39 | 111.42 | 81.64 | 113.74 | 104.76 | 108.78 | 97.77 | 103.30 | 97.78 | 89.47 |

ANEXO 27: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA TABIQUERA ZAMORA DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ

|  | | | | | | | | |
|--|---|---------|---------|--|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS A LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA ZONA MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ. | | | | | | | | |
| Obra | Tabiquera Zamora | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocido convencional de la tabiquera Zamora de Medellín de Bravo. | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PTZ-01 | PTZ-02 | PTZ-03 | PTZ-04 | PTZ-05 | PTZ-06 | PTZ-07 |
| | Largo (cm) | 23.10 | 23.00 | 23.15 | 23.43 | 23.25 | 23.15 | 23.25 |
| | Ancho (cm) | 12.15 | 12.15 | 12.35 | 12.20 | 12.45 | 12.15 | 12.40 |
| | Espesor (cm) | 5.25 | 5.40 | 5.15 | 5.30 | 5.20 | 5.40 | 5.15 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 280.67 | 279.45 | 285.90 | 285.79 | 289.46 | 281.27 | 288.30 |
| | Peso (gr) | 2445.00 | 2400.00 | 2605.00 | 2545.00 | 2440.00 | 2480.00 | 2520.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1473.49 | 1509.03 | 1472.40 | 1514.66 | 1505.21 | 1518.87 | 1484.75 |
| Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.66 | 1.59 | 1.77 | 1.68 | 1.62 | 1.63 | 1.70 | |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 18200 | 22180 | 18050 | 21090 | 19690 | 20340 | 18450 |
| | Resistencia de diseño referido a el área $f_p = \text{kg/cm}^2$ | 64.85 | 79.37 | 63.13 | 73.80 | 68.02 | 72.31 | 64.00 |

ANEXO 28: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 1%

|  | | | | | | | | |
|--|--|---------|--|----------|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS AL TABIQUE INCORPORANDO 1% SULFATO DE CALCIO | | | | | | | | |
| Obra | Tabiquera Zamora | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- Mariela Reyes Vazquez. | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 1% de Sulfato de Calcio. | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PSC-01 | PSC-02 | PSC-03 | PSC-04 | PSC-05 | PSC-06 | PSC-07 |
| | Largo (cm) | 22.75 | 22.60 | 22.70 | 22.75 | 22.75 | 22.60 | 22.70 |
| | Ancho (cm) | 12.40 | 12.45 | 12.25 | 12.20 | 12.30 | 12.05 | 12.40 |
| | Espesor (cm) | 5.35 | 5.30 | 5.15 | 5.15 | 5.20 | 5.35 | 5.10 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 282.10 | 281.37 | 278.075 | 277.55 | 279.825 | 272.33 | 281.48 |
| | Peso (gr) | 2475.00 | 2445.00 | 2450.000 | 2485.00 | 2498.00 | 2478.00 | 2480.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1509.24 | 1491.26 | 1432.09 | 1429.38 | 1455.09 | 1456.97 | 1435.55 |
| Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.64 | 1.64 | 1.71 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.73 | |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 24990 | 25030 | 25080 | 25100 | 24980 | 25020 | 25300 |
| | Resistencia de diseño referido a el área $f_p=kg/cm^2$ | 88.59 | 88.96 | 90.19 | 90.43 | 89.27 | 91.87 | 89.88 |

ANEXO 29: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 2%

|  | | | | | | | | |
|--|--|---------|---------|--|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS AL TABIQUE INCORPORANDO 2% SULFATO DE CALCIO | | | | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | | | | | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- Mariela | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 2% de Sulfato de Calcio. | | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PSC-01 | PSC-02 | PSC-03 | PSC-04 | PSC-05 | PSC-06 | PSC-07 |
| | Largo (cm) | 22.85 | 22.90 | 22.85 | 23.00 | 22.75 | 22.90 | 22.80 |
| | Ancho (cm) | 12.10 | 12.45 | 12.35 | 12.40 | 12.20 | 12.20 | 12.35 |
| | Espesor (cm) | 5.40 | 5.15 | 5.20 | 5.35 | 5.20 | 5.40 | 5.30 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 276.49 | 285.11 | 282.20 | 285.20 | 277.55 | 279.38 | 281.58 |
| | Peso (gr) | 2470.00 | 2385.00 | 2460.00 | 2510.00 | 2490.00 | 2370.00 | 2410.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1493.02 | 1468.29 | 1467.43 | 1525.82 | 1443.26 | 1508.65 | 1492.37 |
| | Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.65 | 1.62 | 1.68 | 1.65 | 1.73 | 1.57 | 1.61 |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 26180 | 24350 | 28040 | 26190 | 27010 | 27180 | 27090 |
| | Resistencia de diseño referido a el área fp=kg/cm ² | 94.69 | 85.41 | 99.36 | 91.83 | 97.32 | 97.29 | 96.21 |

ANEXO 30: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 3%

|  | | | | | | | | |
|--|--|---------|--|----------|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS AL TABIQUE INCORPORANDO 3% SULFATO DE CALCIO | | | | | | | | |
| Obra | Tabiquera Zamora | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 3% de Sulfato de Calcio. | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PSC-01 | PSC-02 | PSC-03 | PSC-04 | PSC-05 | PSC-06 | PSC-07 |
| | Largo (cm) | 22.60 | 22.95 | 22.90 | 22.75 | 22.90 | 22.80 | 22.95 |
| | Ancho (cm) | 12.10 | 12.30 | 12.50 | 12.35 | 12.25 | 12.10 | 12.45 |
| | Espesor (cm) | 5.25 | 5.35 | 5.45 | 5.30 | 5.20 | 5.40 | 5.50 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 273.46 | 282.29 | 286.25 | 280.96 | 280.53 | 275.88 | 285.73 |
| | Peso (gr) | 2510.00 | 2520.00 | 2510.000 | 2500.00 | 2540.00 | 2490.00 | 2530.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1435.67 | 1510.22 | 1560.06 | 1489.10 | 1458.73 | 1489.75 | 1571.50 |
| Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.75 | 1.67 | 1.61 | 1.68 | 1.74 | 1.67 | 1.61 | |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 22030 | 21410 | 23100 | 24280 | 21280 | 23608 | 22080 |
| | Resistencia de diseño referido a el área fp=kg/cm ² | 80.56 | 75.85 | 80.70 | 86.42 | 75.86 | 85.57 | 77.28 |

ANEXO 31: PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 4%

|  | | | | | | | | |
|--|---|---------|--|----------|---------|---------|---------|---------|
| TABLA INTEGRAL DE LAS PRUEBAS AL TABIQUE INCORPORANDO 4% SULFATO DE CALCIO | | | | | | | | |
| Obra | Tabiguera Zamora | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-036-ONNCCE-2013 Normatividad aplicada para la resistencia a compresión NMX-C-038-ONNCCE-2012 | | | | | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 4% de Sulfato de Calcio. | | | | | | | | |
| Identificación | | | | | | | | |
| D a t o s | Clave | PSC-01 | PSC-02 | PSC-03 | PSC-04 | PSC-05 | PSC-06 | PSC-07 |
| | Largo (cm) | 22.90 | 22.65 | 22.50 | 22.80 | 22.70 | 22.90 | 22.80 |
| | Ancho (cm) | 12.35 | 12.40 | 12.35 | 12.30 | 12.35 | 12.20 | 12.45 |
| | Espesor (cm) | 5.20 | 5.45 | 5.15 | 5.35 | 5.25 | 5.10 | 5.45 |
| | Área de la tabla (cm ²) | 282.82 | 280.86 | 277.88 | 280.44 | 280.35 | 279.38 | 283.86 |
| | Peso (gr) | 2545.00 | 2495.00 | 2495.000 | 2500.00 | 2520.00 | 2490.00 | 2510.00 |
| | Volumen (cm ³) | 1470.64 | 1530.69 | 1431.06 | 1500.35 | 1471.81 | 1424.84 | 1547.04 |
| | Peso Volumétrico (gr/cm ³) | 1.73 | 1.63 | 1.74 | 1.67 | 1.71 | 1.75 | 1.62 |
| Ensaye de resistencia a la compresión | Resistencia a la compresión (Kg) | 25330 | 18520 | 24850 | 23780 | 25190 | 24470 | 25050 |
| | Resistencia de diseño referido a el área $f_p = \text{kg/cm}^2$ | 89.56 | 65.94 | 89.43 | 84.80 | 89.85 | 87.59 | 88.25 |

ANEXO 32: TABLA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA TABIQUERA ORTEGA DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 79.34 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 96.25 | | | |
| 104.53 | | | |
| 87.93 | | | |
| 85.13 | | | |
| 96.41 | | | |
| 96.60 | | | |
| 646.18 | | | |
| Resultados | 92.31 | | 49.23 |
| f_p^* | | 49.23 | Kg/cm² |

ANEXO 33: TABLA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE DE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA CASA DE MATERIALES DE MISANTLA, VERACRUZ

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | | | | |
|---|---|---|--|----------------|--------------|--------------------------|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) | | | |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* | | | |
| 122.39 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{10}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ | | | |
| 111.42 | | | | | | |
| 81.64 | | | | | | |
| 113.74 | | | | | | |
| 104.76 | | | | | | |
| 108.78 | | | | | | |
| 97.77 | | | | | | |
| 103.30 | | | | | | |
| 97.78 | | | | | | |
| 89.47 | | | | | | |
| 1031.04 | | | | | | |
| Resultados | | | | 103.104 | | 54.99 |
| f_p^* | | | | | 54.99 | Kg/cm² |

ANEXO 34: TABLA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS PIEZAS TABIQUE DE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA TABIQUERA ZAMORA DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 64.85 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 79.37 | | | |
| 63.13 | | | |
| 73.80 | | | |
| 68.02 | | | |
| 72.31 | | | |
| 64.00 | | | |
| 485.48 | | | |
| Resultados | 69.35 | | 36.99 |
| f_p^* | | 36.99 | Kg/cm² |

ANEXO 35: TABLA DE RESISTENCIA A LAS PIEZAS TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 1%

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 88.59 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 88.96 | | | |
| 90.19 | | | |
| 90.43 | | | |
| 89.27 | | | |
| 91.87 | | | |
| 89.88 | | | |
| 629.19 | | | |
| Resultados | 89.88 | | 47.94 |
| f_p^* | | 47.94 | Kg/cm² |

ANEXO 36: TABLA DE RESISTENCIA A LAS PIEZAS TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 2%

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 94.69 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 85.41 | | | |
| 99.36 | | | |
| 91.83 | | | |
| 97.32 | | | |
| 97.29 | | | |
| 96.21 | | | |
| 662.10 | | | |
| Resultados | 94.59 | | 50.45 |
| f_p^* | | 50.45 | Kg/cm² |

ANEXO 37: TABLA DE RESISTENCIA A LAS PIEZAS TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 3%

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 80.56 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 75.85 | | | |
| 80.70 | | | |
| 86.42 | | | |
| 75.86 | | | |
| 85.57 | | | |
| 77.28 | | | |
| 562.23 | | | |
| Resultados | 80.32 | | 42.84 |
| f_p^* | | 42.84 | Kg/cm² |

ANEXO 38: TABLA DE RESISTENCIA A LAS PIEZAS TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 4%

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PIEZAS PARA FINES DE DISEÑO | | | |
|---|---|---|--|
| Resistencia de diseño referido al área | Media de la resistencia a compresión referida al área | Coefficiente de variación de las piezas | Resistencia a la compresión para fines de diseño (kg/cm ²) |
| f_p | \bar{f}_p | C_p | f_p^* |
| 89.56 | $\bar{f}_p = \frac{\sum f_p}{7}$ | 0.35 | $f_p^* = \frac{\bar{f}_p}{1 + 2.5C_p}$ |
| 65.94 | | | |
| 89.43 | | | |
| 84.80 | | | |
| 89.85 | | | |
| 87.59 | | | |
| 88.25 | | | |
| 595.42 | | | |
| Resultados | | | |
| f_p^* | | 45.37 | Kg/cm ² |

ANEXO 39: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES (SOGA, TIZÓN, GRUESO) DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUERA ORTEGA, SAN RAFAEL, VERACRUZ



DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUE ORTEGA DE LA REGIÓN DE SAN RAFAEL, VERACRUZ

| | | |
|---|--|--|
| Obra | Tabiquera Ortega | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 |
| Localización | San Rafael, Veracruz | |
| Laboratorista | Angeles del Carmen Martínez Hernández- Mariela Reyes Vazquez | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocido convencional de la tabiquera Ortega. | | |

DATOS

| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Soga 3 | Tizón 1 | Tizón 2 | Tizón 3 | Grueso 1 | Grueso 2 | Grueso 3 |
|----------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 1 | 26.60 | 26.60 | 26.60 | 13.4 | 13.7 | 13.4 | 5.1 | 4.9 | 4.4 |
| 2 | 26.60 | 27.00 | 26.60 | 13.2 | 13.0 | 13.0 | 4.9 | 4.7 | 5.0 |
| 3 | 26.00 | 26.00 | 26.00 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 4.9 | 4.6 | 4.7 |
| 4 | 26.30 | 26.40 | 26.20 | 12.8 | 13.0 | 13.0 | 5.0 | 4.9 | 5.0 |
| 5 | 26.20 | 27.00 | 26.60 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 4.6 | 5.0 | 4.6 |
| 6 | 26.50 | 26.70 | 26.50 | 13.0 | 13.5 | 13.3 | 5.0 | 5.0 | 4.8 |
| 7 | 26.70 | 26.90 | 27.00 | 13.3 | 13.1 | 13.4 | 5.1 | 4.9 | 5.0 |

ANEXO 40: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES (SOGA, TIZÓN, GRUESO) DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA CASA DE MATERIALES “LA PROVIDENCIA” MISANTLA, VERACRUZ

|  | | | | | | | | | |
|---|--|--------|--------|--|---------|---------|----------|----------|----------|
| DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA CASA DE MATERIAL "LA PROVIDENCIA" | | | | | | | | | |
| Casa de Material | "La Providencia" | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 | | | | | |
| Localización | Misantla, Veracruz | | | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández- Mariela | | | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocado convencional de la casa de material "La Providencia" Misantla, Veracruz. | | | | | | | | | |
| DATOS | | | | | | | | | |
| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Soga 3 | Tizón 1 | Tizón 2 | Tizón 3 | Grueso 1 | Grueso 2 | Grueso 3 |
| 1 | 26.50 | 26.60 | 26.60 | 13.30 | 13.50 | 13.40 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| 2 | 26.60 | 26.60 | 26.70 | 13.20 | 13.20 | 13.20 | 5.20 | 5.20 | 5.20 |
| 3 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 13.50 | 13.50 | 13.20 | 5.20 | 5.10 | 5.10 |
| 4 | 26.70 | 26.50 | 26.50 | 13.30 | 13.30 | 13.30 | 5.00 | 5.20 | 5.00 |
| 5 | 26.70 | 26.60 | 26.70 | 13.30 | 13.50 | 13.00 | 5.20 | 5.20 | 5.20 |
| 6 | 28.00 | 28.00 | 28.00 | 14.00 | 14.00 | 14.00 | 5.00 | 5.00 | 4.80 |
| 7 | 28.00 | 28.00 | 27.60 | 13.30 | 13.50 | 13.50 | 5.00 | 5.10 | 5.20 |
| 8 | 27.80 | 27.40 | 27.40 | 13.70 | 13.90 | 13.80 | 5.50 | 5.60 | 5.30 |
| 9 | 27.80 | 27.80 | 27.60 | 13.80 | 13.40 | 14.00 | 5.20 | 5.00 | 5.10 |
| 10 | 27.60 | 28.00 | 28.00 | 13.50 | 13.50 | 13.60 | 5.20 | 5.00 | 5.30 |

ANEXO 41: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES (SOGA, TIZÓN, GRUESO) DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUERA ZAMORA DE LA ZONA DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ



| DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE MEDELLÍN DE BRAVO, VERACRUZ. | | | | | | |
|---|--|---------------|----------------|----------------|--|-----------------|
| Obra | Tabiquera Zamora | | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique rojo recocido convencional de la tabiquera Zamora de Medellín de Bravo | | | | | | |
| DATOS | | | | | | |
| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Tizón 1 | Tizón 2 | Grueso 1 | Grueso 2 |
| 1 | 23.20 | 23.00 | 12.2 | 12.1 | 5.1 | 5.4 |
| 2 | 23.10 | 22.90 | 12.1 | 12.2 | 5.5 | 5.3 |
| 3 | 23.20 | 23.10 | 12.2 | 12.5 | 5.2 | 5.1 |
| 4 | 23.05 | 23.80 | 12.1 | 12.3 | 5.4 | 5.2 |
| 5 | 23.30 | 23.20 | 12.4 | 12.5 | 5.3 | 5.1 |
| 6 | 23.10 | 23.20 | 12.2 | 12.1 | 5.3 | 5.5 |
| 7 | 23.40 | 23.10 | 12.3 | 12.5 | 5.2 | 5.1 |

ANEXO 42: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES (SOGA, TIZÓN, GRUESO) DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO EN 1%, 2%, 3% Y 4%

| DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE INCORPORANDO 1% SULFATO DE CALCIO | | | | | | | |
|--|--|--------|---------|---------|----------|--|--|
| Obra | Tabiguera Zamora | | | | | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 | |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | | | | | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | | | | | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 1% de Sulfato de Calcio. | | | | | | | |
| DATOS | | | | | | | |
| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Tizón 1 | Tizón 2 | Grueso 1 | Grueso 2 | |
| 1 | 22.80 | 22.70 | 12.5 | 12.3 | 5.2 | 5.5 | |
| 2 | 22.50 | 22.70 | 12.5 | 12.4 | 5.2 | 5.4 | |
| 3 | 22.70 | 22.70 | 12.0 | 12.5 | 5.0 | 5.3 | |
| 4 | 22.60 | 22.90 | 12.1 | 12.3 | 5.1 | 5.2 | |
| 5 | 22.70 | 22.80 | 12.4 | 12.2 | 5.3 | 5.1 | |
| 6 | 22.50 | 22.70 | 12.1 | 12.0 | 5.5 | 5.2 | |
| 7 | 22.80 | 22.60 | 12.5 | 12.3 | 5.2 | 5.0 | |

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE INCORPORANDO 2% SULFATO DE CALCIO

| | | |
|---|---|--|
| Obra | Tabiquera Zamora | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela | |
| <p>Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 2% de Sulfato de Calcio.</p> | | |

DATOS

| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Tizón 1 | Tizón 2 | Grueso 1 | Grueso 2 |
|----------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|
| 1 | 22.70 | 23.00 | 12.2 | 12.0 | 5.3 | 5.5 |
| 2 | 22.80 | 23.00 | 12.5 | 12.4 | 5.0 | 5.3 |
| 3 | 22.90 | 22.80 | 12.2 | 12.5 | 5.3 | 5.1 |
| 4 | 23.10 | 22.90 | 12.5 | 12.3 | 5.2 | 5.5 |
| 5 | 22.80 | 22.70 | 12.3 | 12.1 | 5.1 | 5.3 |
| 6 | 22.80 | 23.00 | 12.2 | 12.2 | 5.5 | 5.3 |
| 7 | 22.90 | 22.70 | 12.4 | 12.3 | 5.2 | 5.4 |

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE INCORPORANDO 3% SULFATO DE

| | | |
|--|---|--|
| Obra | Tabiquera Zamora | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 3% de Sulfato de Calcio. | | |

DATOS

| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Tizón 1 | Tizón 2 | Grueso 1 | Grueso 2 |
|----------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|
| 1 | 22.70 | 22.50 | 12.0 | 12.2 | 5.3 | 5.2 |
| 2 | 23.00 | 22.90 | 12.3 | 12.3 | 5.2 | 5.5 |
| 3 | 23.00 | 22.80 | 12.5 | 12.5 | 5.5 | 5.4 |
| 4 | 22.60 | 22.90 | 12.4 | 12.3 | 5.2 | 5.4 |
| 5 | 22.80 | 23.00 | 12.1 | 12.4 | 5.1 | 5.3 |
| 6 | 22.90 | 22.70 | 12.2 | 12 | 5.3 | 5.5 |
| 7 | 23.10 | 22.80 | 12.4 | 12.5 | 5.4 | 5.6 |

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS PIEZAS DE TABIQUE INCORPORANDO 4% SULFATO DE CALCIO

| | | |
|--|---|--|
| Obra | Tabiguera Zamora | Normatividad aplicada en el dimensionamiento de las piezas NMX-C-038-0NNCCE-2004 |
| Localización | Medellín de Bravo, Veracruz | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela | |
| Nota: Los datos que se presentan a continuación son obtenidos de las piezas de tabique incorporando 4% de Sulfato de Calcio. | | |

DATOS

| Tabiques | Soga 1 | Soga 2 | Tizón 1 | Tizón 2 | Grueso 1 | Grueso 2 |
|----------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|
| 1 | 23.00 | 22.80 | 12.3 | 12.4 | 5.1 | 5.3 |
| 2 | 22.50 | 22.80 | 12.3 | 12.5 | 5.5 | 5.4 |
| 3 | 22.50 | 22.50 | 12.2 | 12.5 | 5.3 | 5.0 |
| 4 | 22.90 | 22.70 | 12.4 | 12.2 | 5.2 | 5.5 |
| 5 | 22.60 | 22.80 | 12.2 | 12.5 | 5.4 | 5.1 |
| 6 | 22.80 | 23.00 | 12.1 | 12.3 | 5.0 | 5.2 |
| 7 | 22.70 | 22.90 | 12.5 | 12.4 | 5.4 | 5.5 |

ANEXO 43: PRUEBA DE ABSORCIÓN A LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUERA ORTEGA, DE LA CASA DE MATERIALES DE MISANTLA.

| DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA TABIQUERA ORTEGA. | | | |
|---|--|---|---|
| Obra | Tabiquera Ortega | | Normatividad aplicada para la absorción de tabique. NMX-C-037-ONNCCE-2013 |
| Localización | San Rafael, Veracruz | | |
| Fecha | 16/04/2019 | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | |
| Tabique | Peso de la peza en estado húmedo (gr) | Peso de la pieza en estado seco (gr) | Porcentaje de absorción (%) |
| 5 | 3066 | 2482 | 23.53 |
| 6 | 3107 | 2524 | 23.10 |
| 7 | 3030 | 2454 | 23.47 |
| | | PROMEDIO | 23.37 |

| DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CONVENCIONAL DE LA CASA DE MATERIAL "LA PROVIDENCIA" | | | |
|---|--|---|---|
| Casa de Material | "La Providencia" | | Normatividad aplicada para la absorción de tabique. NMX-C-037-ONNCCE-2013 |
| Localización | Misantla, Veracruz | | |
| Fecha | 20/04/2019 | | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | | |
| Tabique | Peso de la peza en estado húmedo (gr) | Peso de la pieza en estado seco (gr) | Porcentaje de absorción (%) |
| 4 | 2970 | 2460 | 20.73 |
| 5 | 3100 | 2555 | 21.33 |
| 10 | 3085 | 2645 | 16.64 |
| | | PROMEDIO | 19.57 |

ANEXO 44: PORCENTAJE PROMEDIO DE ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE LA TABIQUERA ORTEGA, TABIQUERA ZAMORA Y PROTOTIPOS INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO AL 1%, 2%, 3% Y 4%

| DETERMINACIÓN DE ABSORCIÓN DE LAS PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO INCORPORANDO SULFATO DE CALCIO | | |
|---|--|---|
| Obra | Tabiquera Ortega | Normatividad aplicada para la absorción de tabique. NMX-C-037-ONNCCE-2013 |
| Localización | San Rafael, Veracruz | |
| Fecha | 25 de Abril del 2019 | |
| Laboratorista | Ángeles del Carmen Martínez Hernández - Mariela Reyes Vazquez. | |
| Tabique | | Porcentaje de absorción (%) |
| 1% | | 20.08% |
| 2% | | 24.86% |
| 3% | | 19.88% |
| 4% | | 20.28% |

ANEXO 45: SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (S.U.C.S.)

| DIVISIÓN MAYOR | | Símbolo | NOMBRES TÍPICOS | CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO | | | |
|---|---|--|---|--|--|---|--|
| SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material en retención en la malla número 200 ⇨ | ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N° 4. Más de la mitad de la fracción gruesa en retención por la malla N° 4. | GW GP | Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos. | DETERMÍNENSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla N° 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Límites de 15%: GW, GP, SW, SP, Mide de 12%: GM, GC, SM, SC. 5% al 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles ** | | | |
| | | | Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos. | | | | |
| | | P GM | d | | Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo. | Límites de Atterberg abajo de la "línea A" o I.P. menor que 4. | |
| | | | u | | Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla. | | Límites de Atterberg arriba de la "línea A" con I.P. mayor que 7. |
| | | SW SP | SW | | Arenas bien graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos. | $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ entre 1 y 3 | |
| | | | SP | | Arenas mal graduadas, arenas con gravas, con poco o nada de finos. | | No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW. |
| | | SM GM | d | | Arenas limosas, mezclas de arenas y limo. | Límites de Atterberg abajo de la "línea A" con I.P. menor que 4. | |
| | | | u | | Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla. | | Límites de Atterberg arriba de la "línea A" con I.P. mayor que 7. |
| | | SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⇨ Las partículas de 0.075 mm de diámetro (a malla N° 200) son, aproximadamente, las más pequeñas viables a simple vista. | LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50 | | ML | Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos. | |
| | | | | | CL | Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. | |
| OL | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad. | | | | | | |
| LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido mayor de 50 | MH | | | Limos inorgánicos, limos micáceos o diseminados, limos elásticos. | CARTA DE PLASTICIDAD Para la Clasificación de Suelos de Partículas Finas en el Lab. | | |
| | CH | | | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas. | | | |
| | OH | | | Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad. | | | |
| PI | Turbos y otros suelos altamente orgánicos. | | | | | | |

** Clasificación de frontera — Los suelos que posean las características de dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos, por ejemplo GW-GC, mezcla de arena y grava bien graduadas con cementante arcilloso.
 ⇨ Todos los tamaños de las mallas en esta carta son los U.S. Standard.
 * La división de los grupos GM y SM en subdivisiones d. y u. son para caminos y aeropuertos únicamente, la subdivisión está basada en los límites de Atterberg. El sufijo *d* se usa cuando el L.L. es de 28 o menos y el I.P. es de 6 o menos. El sufijo *u* es usado cuando el L.L. es mayor que 28.

GLOSARIO

Argamasa: Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.

Cantería: Técnica o arte de labrar las piedras destinadas a las obras de construcción.

Criba: Instrumento para cernir o cribar que está compuesto por un aro o un marco al cual está asegurado un cuero o un tejido agujerado o una tela metálica fina con el fin de separar lo más fino de la harina o de otras sustancias.

Dalas: Las dalas son el refuerzo de una obra de construcción que ayuda a repartir mejor la fuerza cortante evitando su concentración en los extremos y evita que al presentarse las grietas en los muros éstas se abran ya que soporta parte de esta fuerza.

Deyección: Conjunto de materias arrojadas por un volcán o desprendidas de una montaña.

Espécimen: Muestra, modelo o ejemplar que tiene las cualidades o características que se consideran representativas de la especie a la que pertenece.

Estucos: Masa de yeso blanco y agua de cola que se emplea para enlucir paredes interiores, hacer molduras, relieves en muros y bóvedas e imágenes para pintar o dorar.

Exotérmica: Que se produce con desprendimiento de calor. Una reacción química exotérmica es la que al producirse libera energía en forma de calor o luz principalmente. Esto significa que parte de la energía contenida en sus enlaces queda liberada en la formación del nuevo compuesto.

Granulometría: La granulometría es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material.

Ranurador: Máquina herramienta para efectuar entallas o conformar los laterales de una abertura, principalmente en las paredes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G., & Alcocer, M. (2001). Efecto del refuerzo horizontal en el comportamiento de muros de mampostería confinada entre cargas laterales. México.
- Alquinga, M. P., & Cevallos, C. D. (20 de Julio de 2016). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL*. Obtenido de <https://docplayer.es/90033073-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-ciencias-fisicas-y-matematica-carrera-de-ingenieria-civil.html>
- Andrea, F. L. (s.f.). Memorias imbricadas: terremotos en México, 1985 y 2017. *Revista Mexicana de Sociología* 80.
- badillo, J. (1987). *Mecánica de suelos*. Mexico : Limusa .
- BIM Management. (2018). *BIM Management*. Obtenido de <https://managebim.wixsite.com/2016/single-post/2018/05/31/bim-en-mamposter%C3%ADa-rvt-gratis>
- Concepto Definición. (2011). *Concepto Definición*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/arena/>
- Construrama. (2021). *Construrama*. Obtenido de Construrama: <https://www.construrama.com/hmexpress/catalogo/acabados/muros-y-cielos/yeso/amarramax-yeso-para-construccion-40-kg-saco/p/0401040046>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelo y cimentaciones* (5a edición ed.). México: Limusa.
- Elidian Industriales y Derivados S.A. de C.V. (2015). *Elidian Industriales y Derivados S.A. de C.V.* Obtenido de <https://www.elidianindustrialesyderivados.com/productos/construccion/grava/>
- Flores, F. I. (2004). Diseño de una máquina semiautomática moldeadora de ladrillo de barro de 5.5x13x24 cm de dimensiones, con una capacidad de 500 ladrillos por hora, utilizable en la industria ladrillera. (*Tesis Profesional*). Universidad de las Américas Puebla., Cholula, Puebla, México.

- Fritz, D. (1985). *BiCentenario. El ayer y hoy de México*. Obtenido de BiCentenario. El ayer y hoy de México.: <http://revistabicentenario.com.mx/index.php/archivos/tag/sismo-1985/>
- Fundación ICA, A.C. (2003). *Edificaciones de Mampostería para Vivienda*. México.
- Geología Web. (2021). *Geología Web*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/minerales/yeso/>
- Guerra Cossío, M. Á. (2016). *Efecto de la Temperatura de la Calcinación sobre la Reactividad de Cementante Hidráulicos a base Sulfato de Calcio de Desecho*. Nuevo León.
- IngeOexpert. (2017). *IngeOexpert*. Obtenido de <https://ingeoexpert.com/>
- Juárez Badillo, R. R. (2005). *Mecánica de Suelos*. México: Limusa, S.A de C.V.
- La Librería del ingeniero. (2021). *La Librería del ingeniero*. Obtenido de <https://www.libreriaingeniero.com/2020/08/los-tipos-de-mamposteria-en-una-construccion.html>
- Martha Schteingart, M. S. (s.f.). *Vivienda y familia en México: Un enfoque socio - espacial*. INEGI, 1994.
- Materiateca. (2019). *Materiateca*. Obtenido de Materiateca: <https://sites.google.com/site/materiatecamireya/piedras-artificiales>
- NTC. (19 de Octubre de 2020). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. México.
- Polanco Madrazo, J. A., Cavia, S. D., & García, C. T. (2015). *Open Course Ware*. Obtenido de <https://ocw.unican.es/>
- Ramos, J. J. (22 de Noviembre de 2011). *Servicio Nacional de Aprendizaje, (SENA)*. Obtenido de Servicio Nacional de Aprendizaje, (SENA): <https://sites.google.com/site/concretospreesforzados/mamposteria-estructural/clasificacion-usos-y-normas>

- Ribero, I. (2019). *El petróleo*. Obtenido de <https://www.xn--todopetroleo-xeb.website/quimica-de-las-arcillas/>
- Rigoberto, C. (8 de Junio de 2016). *Portafolio Digital Tecnología de la Construcción*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/tecno1christianescobar/4-mamposteria>
- Rocas y Minerales. (2016). *Rocas y Minerales*. Obtenido de <https://www.rocasyminales.net/limo/>
- Sebastian. (Junio de 2017). *Aparicio & Partner*. Obtenido de Aparicio & Partner: <https://www.aparicio-partner.com/mamposteria-en-la-construccion/>
- Secretaría de Desarrollo Económico y Portuario (SEDECOP). (2018). *Veracruz Gobierno del Estado*. Obtenido de <http://www.veracruz.gob.mx/>
- Secretaría de Finanzas y Planeación del Estado de Veracruz (SEFIPLAN). (2016). *Veracruz Gobierno del Estado*. Obtenido de <http://ceieg.veracruz.gob.mx/>
- Tena Colunga, A., Juárez Ángeles, A., & Salina Vallejo, V. H. (2007). Resistencia y deformación de muros de mampostería combinada y confinada sujetos a cargas laterales. *Revista de Ingeniería Sísmica.*, 29-60.
- Valencia, B. (14 de Noviembre de 2015). *Blogger*. Obtenido de http://norma070.blogspot.com/2015/11/albanileria-albanileria-reforzada-con_14.html
- Valencia, D. A. (Diciembre de 2014). *Mamposteria Estructural*. Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.